



MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

ANÁLISE DE ACIDENTES DE TRABALHO POR RADIAÇÃO OCULAR

Vítor Manuel Pinto Rodrigues

Orientador: Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Arguente: Professora Doutora Maria Luisa Pontes da Silva Ferreira de Matos (Laboratório Nacional de Energia e Geologia)

Presidente do Júri: Professor Mário Augusto Pires Vaz (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

2019



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt

ISN: 3599*654



Telefone: +351 22 508 14 00



Fax: +351 22 508 14 40



URL: <http://www.fe.up.pt>



Correio Electrónico: feup@fe.up.pt

DESTAQUES

1. O setor metalúrgico e metalomecânico tem grande importância em Portugal com elevados índices económicos ao longo os últimos anos nos mercados nacional e internacional.
2. A mão de obra qualificada no setor não tem acompanhado a evolução e a exigência que o setor necessita, recorrendo por isso a trabalhadores com pouca formação e inexperientes.
3. Em 2017 os índices de sinistralidade em Portugal tiveram um aumento de 0,9% do valor total de acidentes trabalho e 1,4% de acidentes trabalho mortais face ano de 2016.
4. As ações de formação e sensibilização são fatores para a prevenção de acidentes e doenças profissionais, nomeadamente as lesões oculares por radiação.
5. A escolha adequada dos equipamentos de proteção individual específicos para cada tarefa é um fator importante para evitar acidentes de trabalho.

HIGHLIGHTS

1. The metallurgical and metalworking sector is of great importance in Portugal with high economic indices over the last years in the national and international market.
2. The amount of skilled workers in the sector has not kept pace with the requirements, evolution and demand that sector needs, thus resorting to unskilled and inexperienced workers.
3. The accident rates in Portugal in 2017 increased by 0,9% of the total value of work accidents and 1,4% of fatal work accidents compared to 2016.
4. Training and awareness are factors for the prevention of accidents and occupational diseases, namely eye injuries by radiation.
5. The appropriate choice of specific individual protective equipment for each task is an important factor in preventing occupational accidents.

RESUMO

Introdução – O sector Metalúrgico e Metalomecânica é um dos principais sectores de atividade da economia Portuguesa. Este sector de atividade, desempenhou no passado recente grande importância a nível nacional no setor dos transportes e naval. Atualmente, pela evolução dos mercados nacionais e internacionais, diversificou os seus produtos noutros setores de atividade tornando-se importante para o desenvolvimento da economia nacional.

Objetivos – O trabalho a desenvolver, será numa área específica da metalomecânica, que consiste na manutenção de caldeiras e equipamentos sob pressão, através do processo de soldadura. Os postos de trabalho não são estandardizados tendo por isso os trabalhadores, necessidade de se adaptar à tipologia do trabalho para executarem as tarefas. Pretende-se perceber o porquê da ocorrência de lesões oculares, como ocorrem, identificar falhas e implementando medidas para as evitar.

Metodologia – Será realizado o acompanhamento junto de um soldador qualificado durante três dias consecutivos, e no período de trabalho (8 horas diárias) para se registar os métodos utilizados por ele e proceder à análise dos mesmos. Será tido em conta os índices de acidentes de trabalho da empresa de acolhimento, índices de acidentes nacionais (continente) publicados pelo GEP, legislações e normas aplicáveis aos equipamentos de proteção individual.

Resultados – Dos acidentes de trabalho participados, o acidente ocular, que se traduziu na maior percentagem dos acidentes de trabalho, implicou lesões temporárias na visão que se traduziu em paragens de trabalho para o trabalhador e para a empresa implicou custos económicos e perdas de produção.

Conclusão – Com base dos dados obtidos, serão implementadas medidas que mitiguem os acidentes de trabalho e definir-se-á planos de avaliação para revisão da implementação das medidas.

Palavras chave – Índices de acidentes, SST, lesão ocular, equipamentos, processo de soldadura.

ABSTRACT

Introduction – The Metallurgical and Metalworking sector is one of the main sectors of activity of the Portuguese economy. This sector of activity has in the recent past played a major role at national level in the transport and naval sector. Currently, due to the evolution of national and international markets, it has diversified its products into other sectors of activity, becoming important for the development of the national economy.

Objectives – The work to be developed will be in a specific area of metalworking, which consists in the maintenance of boilers and equipment under pressure, through the welding process. Jobs are not standardized so workers need to adapt to the typology of work to perform tasks. It is intended to understand why eye injuries occur, how they occur, identify failures and implement measures to prevent them.

Methodology – Follow up with a qualified welder for three consecutive days during the working period (8 hours daily) to record the methods used by him and proceed to their analysis. Account will be taken of occupational injury indices of the host company, national accident indices (mainland), national statistical indices and laws and standards applicable to personal protective equipment.

Results – Of the accidents at work, the eye accident, which resulted in the highest percentage of occupational accidents, caused temporary vision damage that resulted in work stoppages for the worker and the company, resulting in cost savings and production losses.

Conclusion – Based on the data obtained, measures to mitigate occupational accidents will be implemented and evaluation plans will be defined to review the implementation of the measures.

Keywords: Accident rates, SST, eye injury, resistance, equipment's, welding process.

TABLE OF CONTENTS

1	INTRODUÇÃO.....	3
1.1	Sociedade industrial	3
1.2	Apresentação da actividade	5
1.3	Informação Estatística – Análise setorial da indústria metalomecânica	6
1.4	Caracterização do Pessoal ao Serviço	6
1.4.1	Inquérito à formação profissional	6
1.4.2	Inquérito à Segurança e Saúde	9
1.4.3	Inquérito aos Acidentes de Trabalho.....	10
1.4.4	Parte(s) do corpo atingida no acidente de trabalho – Ano 2016 – Portugal	12
1.5	Recrutamento e seleção	13
1.6	Atualidade do setor Metalomecânico e Metalúrgico.....	14
1.7	Higiene e Segurança no trabalho.....	17
1.8	Seleção e Ensaio de Equipamentos de Proteção Individual.....	18
1.8.1	Responsabilidades do empregador	18
1.8.2	Proteção ocular contra energia radiante durante soldadura e corte em estaleiros	18
1.8.3	BS EN 169:2002.....	19
1.8.4	Escurecimento dos vidros de soldadura automático ativo VS passivo	21
2	ESTRUTURA OCULAR E LESÕES	23
2.1	Principais elementos óticos do olho humano	23
2.2	Danos por Radiação	24
2.3	Sintomas	25
2.4	Aplicação do limite ICNIRP para os olhos	25
2.5	Diretrizes	26
2.6	Efeitos oculares – efeitos biológicos	26
3	PROCESSOS, EQUIPAMENTOS E CONSUMÍVEIS DE SOLDADURA.....	27
3.1	Gás (Argon).....	31
3.2	Normas e Padrões de soldadura	31
3.3	Técnica de soldadura.....	31
4	Contextualização	33

4.1	Apresentação da Empresa	33
4.2	Conceitos básicos de ordem tecnológica	36
4.3	Enquadramento Legal e Normativo	37
4.4	Conhecimento Científico	39
4.5	Objetivos da Dissertação.....	41
5	MATERIAIS E MÉTODOS	43
5.1	Materiais e Métodos.....	43
6	RESULTADOS	47
7	DISCUSSÃO.....	51
8	CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS	53
8.1	Conclusões	53
8.2	Perspetivas Futuras	54
9	BIBLIOGRAFIA.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Taxa de participação em formação por sexo.....	7
Figura 2 – UL segundo a Realização de Programas de Prevenção, Auditorias e Inspeções.....	9
Figura 3 – AT por escalão de empresa ou entidade empregadora (%)	11
Figura 4 – Adaptação do trabalhador ao ponto de soldadura.....	20
Figura 5 – Máscara de soldar passiva.....	22
Figura 6 – Máscara de soldar ativa.....	22
Figura 7 – Vidros de proteção de soldar SCS DIN CE.....	23
Figura 8 – Estrutura transversal do olho humano.....	24
Figura 9 – Interpretação dos raios de luz para o cérebro e interpretação no nervo ótico.....	24
Figura 10 – Soldadura por processo TIG (GTAW).....	28
Figura 11 – Processo de soldadura com gás inerte de tungsténio (TIG).....	29
Figura 12 – Processo de soldadura de precisão com gás inerte de tungsténio (TIG).....	30
Figura 13 – Parte frontal de modelo de equipamento de soldar TIG.....	30
Figura 14 – Parte traseira de modelo de equipamento de soldar TIG.....	31
Figura 15 – Organigrama funcional da Fervapor – Lda.....	34
Figura 16 – Número de trabalhadores por escalão etário.....	35
Figura 17 – Distribuição dos colaboradores por departamentos.....	35
Figura 18 – Distribuição do número de trabalhadores especializados.....	36
Figura 19 – Relatório anual da atividade do serviço de HSST da Fervapor – Lda.....	47

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Formação profissional.....	7
Tabela 2 – Formação por dimensão da empresa.....	7
Tabela 3 – Horas de formação e custos de formação.....	8
Tabela 4 – Participação em ações de formação segundo a área de educação e formação.....	8
Tabela 5 – EE e UL com resposta ao Anexo D.....	9
Tabela 6 – AT na Metalomecânica.....	10
Tabela 7 – Informação geral (por anos)	10
Tabela 8 – Caracterização da EE a nível nacional.....	10
Tabela 9 – Identificação da localização da lesão no corpo humano.....	12
Tabela 10 – Os 10 melhores resultados mensais de sempre (em milhões de euros)	15
Tabela 11 – Índice de volume de negócios na indústria.....	16
Tabela 12 – Índice de remunerações na indústria.....	16
Tabela 13 – Filtro de lentes para proteção durante a soldadura a arco.....	19
Tabela 14 – Recomendações para o uso de diferentes números de escala para soldadura a arco..	21
Tabela 15 – Soldadura com diferentes processos de corrente.....	28
Tabela 16 – Classificação CAE R3 da Fervapor – Lda.....	33
Tabela 17 – Parte do corpo humano atingida no ano 2018.....	48
Tabela 18 – Número de trabalhadores com vínculo laboral e trabalhadores por conta de outrem.	49
Tabela 19 – Variação de frequência e da taxa de gravidade.....	50

SIGLAS

AT – Acidentes de Trabalho

ACT – Autoridade para as Condições do Trabalho

ANEME – Associação Nacional das Empresas Metalúrgicas e Eletromecânicas

AICEP – Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal

AIMMAP – Associação Industrial dos Metalúrgicos e Metalomecânicos e Afins de Portugal

AIPLT – Associação Internacional de Proteção Legal ao Trabalhadores

ANSI – American National Standards Institute

CAE – Classificação das Atividades Económicas

CAE – Rev. 3 – Classificação Portuguesa das Atividades Económicas – Revisão 3

CA – Corrente Alternada

CC – Corrente Contínua

CFR – Código de Regulações Federais

CITA – Rev. 4 – Classificação Internacional Tipo, por Indústria, de todos os Ramos de Atividade Económica – Revisão 4

DTP – Dias de Trabalho Perdidos

EE – Entidade Executante

EPI – Equipamento de Proteção Individual

GEP – Gabinete de Estratégia e Planeamento

GTAW – Gas – Shielded Tungsten Arc Welding

HSST – Higiene, Saúde Segurança no Trabalho

ICNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

IEP – Instituto de Estatística de Portugal

ISO – International Organization for Standardization

LX – Unidade do fluxo luminoso incidente por unidade de medida

MAG – Metal Active Gas

MIG – Metal Inert Gas

MMA – Soldadura Manual Arco Metálico

NACE – Rev. 2 – Nomenclatura Geral das Atividades Económicas das Comunidades Europeias – Revisão 2

OIT – Organização Internacional do Trabalho

OSHA – Occupational Safety and Health Administration

EU-OSHA – Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho

PIB – Produto Interno Bruto

PPE – Personal Protective Equipment

RVCC – Reconhecimento, Validação e Certificação de Competências

SST – Segurança e Saúde no Trabalho

Tf – Taxa de frequência

Tg – Taxa de gravidade

TCO – Trabalhadores por conta de Outrem

TIG – Soldadura TIG (tungsten inert gas)

UL – Unidade Locais

UVR – Radiações Ultravioletas

PARTE 1

1 INTRODUÇÃO

1.1 Sociedade industrial

Na sociedade inglesa do século XVII, a revolução industrial era uma realidade e os seus efeitos de mudança não se limitavam ao sistema produtivo, mas sim a todos os domínios da esfera social.

O elevado fluxo migratório associado às mudanças verificadas ao nível da conceção e organização do trabalho (sistemas processuais, relações laborais, tecnologias e matérias-primas inauditas, etc.), ocasionou grandes concentrações populacionais nas periferias das fábricas e das cidades, que traduziu a magnitude de impacto da industrialização e elevada expressão de uma nova ordem social. Uma subserviência do fator humano ao fator capital, provocou uma profunda degradação das lógicas laborais (passagem de uma têmpera artesanal para uma têmpera industrial) (Correia, 1997).

Com a consciencialização inicial dos/as trabalhadores/as e depois por parte do patronato e do poder político, a interferência que o trabalho tinha na segurança e saúde do ser humano, definiram sem dúvida o prólogo das preocupações com a SST.

De acordo com Engels (1975), um dos primeiros industriais a alertar para as questões da saúde, foi Robert Owen (1771-1858)¹, foi um dos fundadores do socialismo inglês, alertou para o ímpeto de se garantir legalmente a questão da saúde das/os operárias/os, e em especial a das crianças.

O primeiro-ministro na data, Sir Robert Peel, trabalhou juntamente com outros filantropos para a elaboração de um enquadramento legal que salvaguardasse as condições de vida e de trabalho das/os operários, que os consideravam como “máquinas vitais”, teriam de ser acauteladas, e para tal, trabalharam num enquadramento legal que o salvaguardasse. “A votação das leis sobre as fábricas de 1819, 1825 e 1831”² foi uma das suas principais conquistas.

Em 1833, foi promulgada a primeira lei (designação original: *Factory Act*),³ mas durante o decorrer do século XIX, outras se seguiram, com especial relevo para a lei de 1878, que foi a primeira a ter aplicabilidade em todas as atividades produtivas.

O surgimento da Organização Internacional do Trabalho (OIT) em 1919⁴ (em substituição da AIPLT, a realidade da Revolução Russa em 1917 e a instituição da Escola das Relações Humanas (decorrente dos estudos conduzidos por Elton Mayo) foram importantes marcos históricos.

¹<https://www.parliament.uk/about/living-heritage/transformingsociety/livinglearning/19thcentury/overview/earlyfactorylegislation/>, consultado em 24 de novembro de 2019

²<https://api.parliament.uk/historic-hansard/commons/1836/may/09/factories-regulations-bill>, consultado em 24 de novembro de 2019

³https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---lab_admin/documents/instructionalmaterial/wcms_141400.pdf, consultado em 24 de novembro de 2019

⁴<https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/history/lang--en/index.htm>, consultado em 24 de novembro 2019

Em sintonia com essa tendência, torna-se relevante referir o desenvolvimento da área da engenharia da segurança. Dwyer (2006) refere que o progresso social surge associado ao crescimento da engenharia de segurança.

A necessidade de procura deve-se, fundamentalmente a dois aspetos que são a resposta aos custos económicos com os acidentes de trabalho e o movimento de pressão política para a introdução de legislação de segurança no trabalho. Apesar da história da SST em Portugal não se ter iniciado na segunda metade do século XX, foi nesse período que se registou os principais avanços, especialmente a partir da década de 1990⁵. Com o passar do tempo foram-se registando alguns acontecimentos que permitiram que em 1991 surgisse o primeiro regime jurídico geral de SST no país.

Foi na década de 1990, que se começou a reunir e a sistematizar acontecimentos importantes da história da SST portuguesa, sem esquecer os acontecimentos importantes do passado. Com o acordo Económico e Social de Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho alcançado em 1991, permitiu que se realizasse a transposição da Diretiva Comunitária 89/391/CEE para a legislação portuguesa e se fundasse o regime jurídico português de SST e regulamentação adjacente.

O mundo do trabalho está a sofrer alterações, segundo informações da Organização Internacional do Trabalho, através da publicação de 2019 do *Bureau* Internacional do Trabalho, “Segurança e Saúde no Centro do Futuro do Trabalho”⁶, por força dos efeitos das novas tecnologias, das alterações demográficas, das alterações climáticas e da transição para uma economia verde.

Quando os riscos para a segurança e saúde não são administrados de forma adequada, podem ser perigosos e nocivos, apesar do trabalho ser fundamental para a subsistência da condição humana, e que permite retirar pessoas em condições de pobreza e criar em muitas pessoas, um sentido de identidade e de propósito. Para que se possa garantir a segurança e saúde de todos os trabalhadores, é então importante que se trabalhe num futuro onde sejam feitos todos os esforços a nível global. Os atuais riscos poderão aumentar e novos riscos poderão aparecer. Poderá ser também particularmente preocupante, as alterações dos estilos de vida e das estratégias de adaptação individuais, como o *stress* e os riscos psicossociais relacionados com o trabalho, bem como as doenças não transmissíveis.

De acordo com estimativas recentes publicadas pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), todos os anos, 2,78 milhões de trabalhadores morrem devido a acidentes de trabalho e doenças profissionais (2,4 milhões dos quais devido a doenças) e 374 milhões de trabalhadores são vítimas de acidentes de trabalho não fatais. Estima-se que os dias de trabalho perdidos, a nível global, representam quase 4 por cento do PIB mundial, atingindo os 6 por cento, ou mais, em alguns países (Hämäläinen *et al.*, 2017 Takala *et al.*, 2014)⁷.

⁵https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---ilo-lisbon/documents/genericdocument/wcms_651149.pdf, consultado em 24 de novembro de 2019

⁶<https://www.dgs.pt/saude-ocupacional/documentos-so/relatorio-oit-abril-2019-pt-pdf.aspx>, consultado em 12 de novembro de 2019

⁷ <https://www.dgs.pt/saude-ocupacional/documentos-so/relatorio-oit-abril-2019-pt-pdf.aspx>, consultado em 12 de novembro de 2019

Infelizmente, esta realidade é trágica e lamentável pois a investigação e a prática evidenciam ao longo do último século, estes sofrimentos que são por vezes evitáveis.

Por isso, é fulcral a criação de estratégias de prevenção eficazes de modo a dar uma resposta a um problema global. Contudo, um dos maiores desafios no domínio da SST, passa por uma prevenção eficaz contínua a nível global. A segurança e saúde no trabalho podem desempenhar um papel fundamental para o desenvolvimento sustentável, e o investimento na SST pode contribuir para que sejam alcançados os objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, em especial o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS 3), que visa assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas as pessoas, de todas as idades, e ODS 8, que visa promover um crescimento económico inclusivo e sustentável, emprego e trabalho digno para todos – em particular a Meta 8.8, que visa proteger os direitos laborais e promover ambientes de trabalho seguros e protegidos para todos os trabalhadores, incluindo os trabalhadores migrantes, sobretudo mulheres migrantes e pessoas com empregos precários.

1.2 Apresentação da atividade

Identificada por elevado número de segmentos produtivos e apresentando-se como um dos principais setores, a indústria Metalúrgica e Metalomecânica é responsável pela produção de uma elevada diversidade de produtos. Essa diversidade de produtos, que vão dos intermédios e acabados destinados a indústrias pertencentes ao próprio sector ou que dele depende, até aos bens para consumo final, passando pelos bens chamados mistos de utilização transversal e de difusão alargada. Podem-se dividir em dois grandes tipos de indústrias que são o setor Metalúrgico e o setor Metalomecânico, que generalizando têm por base o tipo de produtos produzidos e o processo de fabrico. A primeira, a produção baseia-se essencialmente em bens intermédios para serem utilizados nos processos produtivos de outras indústrias e onde se destaca as metalomecânicas. Numa primeira etapa, o seu processo é em grande parte regido pela fusão do minério e depois de uma adaptação, possa ser utilizado no futuro como base de trabalho. Em termo das indústrias metalomecânicas, grande parte da produção baseia-se em bens acabados, sendo que a maioria funciona como componentes de outros produtos nas diferentes atividades e verificando-se que boa parte da produção terá já uma vertente para bens de consumo final. Por uma sequência de ações, o processo de produção traduz-se na maior parte das vezes num encadeamento que por normalidade é feita pelo corte, conformação, soldadura, montagem e acabamento.

O Instituto de Estatísticas de Portugal (I.E.P.)⁸, atualmente a vigorar com o CAE-Ver.3, está harmonizada com as últimas classificações das Nações Unidas (CITA-Ver.4) e da União Europeia (NACE-Ver.2), potenciando-se assim o valor acrescentado desta classificação.

Os objetivos da CAE-Rev. 3 são essencialmente estatísticos, embora possa ser utilizada para fins não-estatísticos. Neste sentido, os princípios básicos da sua construção, o tipo de unidades

⁸https://www.ine.pt/ine_novidades/semin/cae/CAE_REV_3.pdf, consultado em 2 de agosto de 2019

estatísticas a que se aplica, as regras de classificação e a determinação da atividade principal, entre outros aspetos, estão subordinados aos objetivos estatísticos.

1.3 Informação Estatística – Análise setorial da indústria metalomecânica⁹

A análise que se segue, refere-se ao setor da indústria metalomecânica, através de uma nota de informação estatística (análise setorial da indústria metalomecânica 2017) do Banco de Portugal, e complementada com dados relativos ao final de 2018 sobre empréstimos concedidos pelo setor financeiro residente. De acordo com esse relatório, as grandes empresas representavam 1% da indústria metalomecânica e eram responsáveis por 56% do volume de negócios do setor, sendo os produtos metálicos e elétricos os mais relevantes. Em 2017, a indústria metalomecânica compreendia 2% das empresas em Portugal (10 mil empresas), 6% das pessoas ao serviço (175 mil pessoas) e 7% do volume de negócios (25 mil milhões de euros).

O número de empresas em atividade no setor aumentou 0,1% em relação a 2016, aumento inferior ao registado para o total das empresas (1,7%). Entre 2016 e 2017, o peso do setor no total das empresas não se alterou em termos do número de empresas, mas aumentou 0,4 pp e 0,1 pp, respetivamente, em termos do volume de negócios e do número de pessoas ao serviço.

As Regiões Norte Centro agregavam, em conjunto, 76% das empresas, 70% do volume de negócios 79% das pessoas ao serviço do setor. Nestas regiões, a indústria metalomecânica representava 11% e 12%, respetivamente, do volume de negócios das empresas aí sediadas.

1.4 Caracterização do Pessoal ao Serviço

1.4.1 Inquérito à formação profissional¹⁰

De acordo com dados disponibilizados pelo Gabinete de Estratégia e Planeamento (GEP) a 18 de março de 2019, referente ao Continente no ano de 2017, os dados em análise da Formação Profissional (Relatório Único – Anexo C), como se pode ver na tabela 1, referem diversas análises estatísticas, nomeadamente o total de empresas com trabalhadores por conta de outrem (255.089) e o total de trabalhadores por conta de outrem (2.759.976).

⁹<https://bportugal.pt/print/752824>, consultado em 2 de agosto de 2019

¹⁰<http://www.gep.mtsss.gov.pt/documents/10182/37636/rafc2017sint.pdf/1ffd4dad-c992-4bdd-9e8c-a713c0bddc3e>, consultado em 4 de agosto de 2019

Tabela 1 – Formação profissional

	2015	2016	2017
Empresa com Trabalhadores por Conta de Outrem (TCO)	245 397	251 506	255 089
Total de TCO	2 537 653	2 641 919	2 759 976
Empresas com formação	49 006	50 518	53 549
TCO em formação	895 849	925 628	1 187 731
Taxa de participação em formação	32,8	32,6	40,0
Média de horas	28,7	28,8	32,3
Média de custos	393,3	372,0	348,9

Verifica-se também que através destes relatórios de formação profissional, que a tendência para as ações de formação é de aumento, à medida que as empresas têm maior número de trabalhadores conforme se pode ver na tabela 2.

Tabela 2 – Formação por dimensão da empresa

Por dimensão da empresa	
1 a 9 pessoas	15,3%
10 a 49 pessoas	41,0%
50 a 249 pessoas	75,7%
250 a 499 pessoas	93,6%
500 ou mais pessoas	93,5%

No global de 1.168,3 mil trabalhadores que foram abrangidos pelas ações de formações das empresas, verifica-se que os homens foram os que mais tiveram participação em formação com 38,2% e as mulheres com 38,0%. A faixa etária de formação que registou maior percentagem de participação foi a idade compreendida entre os 18 a 34 anos, seguida pela faixa etária dos 35 a 44 anos, a faixa etária dos 45 a 64 anos, dos menos com 18 anos de idade e por fim os que têm mais de 65 anos como se pode ver na. Figura 1.

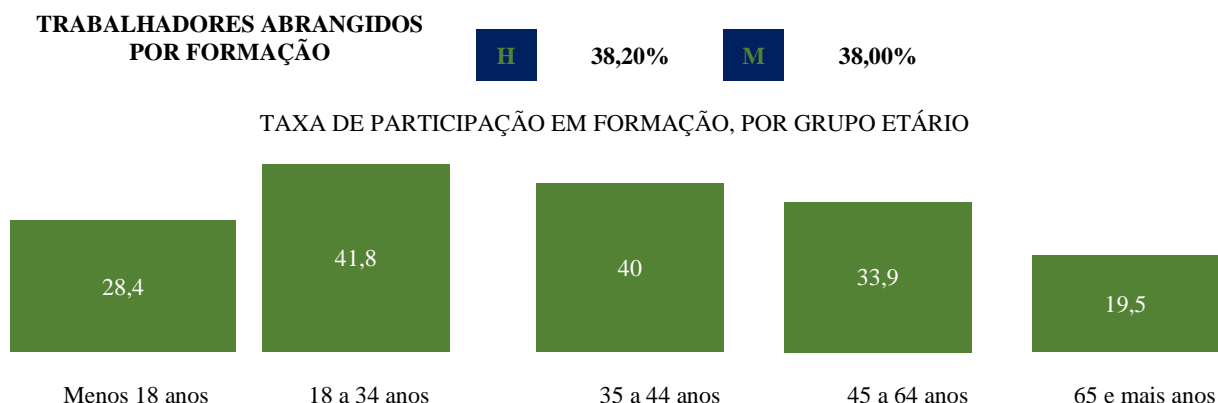
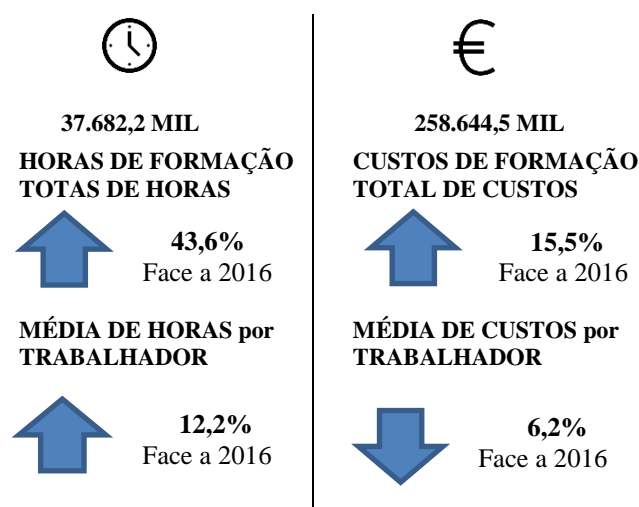


Figura 1 – Taxa de participação em formação por sexo

Analisando as horas de formação e os custos de formação, registou-se um aumento de ambas com um total de 37.683,2 mil para as horas de formação e de 258.644,5 mil com os custos de formação.

Face ao ano de 2016, o aumento do total de horas foi de 43,6% e a média de horas por trabalhador acompanhou o aumento em 12,2% face ao mesmo período que é de 2016. Por outro lado, o total de custos aumentou face a 2016 em 15,5%, mas o custo médio por trabalhador diminuiu em 6,2% face a 2016, conforme se pode ver na tabela 3.

Tabela 3 – Horas de formação e custos de formação



A participação em ações de formação como se pode ver na tabela 4, segundo a área de educação e formação, as Ciências Sociais, Comércio e Direito (34,1%) e os serviços (32,2%). A Engenharia, Indústrias Transformadoras e Construção, tiveram 8,9% do total das ações de formação.

Tabela 4 – Participação em ações de formação segundo a área de educação e formação

PARTICIPAÇÃO EM AÇÕES DE FORMAÇÃO SEGUNDO A ÁREA DE EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO	valor absoluto	%
Total	2 008 405	100,0
Programas Gerais	154 789	7,7
Educação	13 250	0,7
Artes e Humanidades	37 309	1,9
Ciências Sociais, Comércio e Direito	684 261	34,1
Ciências, Matemática e Informática	118 414	5,9
Engenharia, Indústrias Transformadoras e Construção	179 459	8,9
Agricultura	7 421	0,4
Saúde e proteção Social	102 449	5,1
Serviços	645 712	32,2
Desconhecido ou não especificado	65 329	3,3

1.4.2 Inquérito à Segurança e Saúde

Os dados do GEP, como se pode ver na tabela 5, em 2017 continua a verificar-se um crescimento do número de Entidades Empregadoras (10,6 face a 2016) e de Unidades Locais (0,8% face a 2016) com resposta ao Anexo D, assim como do número de trabalhadores a trabalhar nas instalações da entidade que responde a este Anexo, sejam vinculados ou não a ela.

Tabela 5 - Entidades empregadoras e UL com resposta ao Anexo D

Entidades Empregadoras com resposta ao Anexo D	Unidades Locais com resposta ao Anexo D
↑ 10,6 Face a 2016	↑ 0,8% Face a 2016

Os programas de prevenção, auditorias e inspeções das UL, como se pode ver na Figura 2, referente ao ano transato tiveram um aumento de realização à prevenção de Riscos Profissionais (77,8), bem como a Promoção da Saúde (66,0), Vigilância da Saúde (82,6) e Auditorias (67,1). Só as inspeções tiveram um valor inferior (21,9) em relação ao ano anterior.

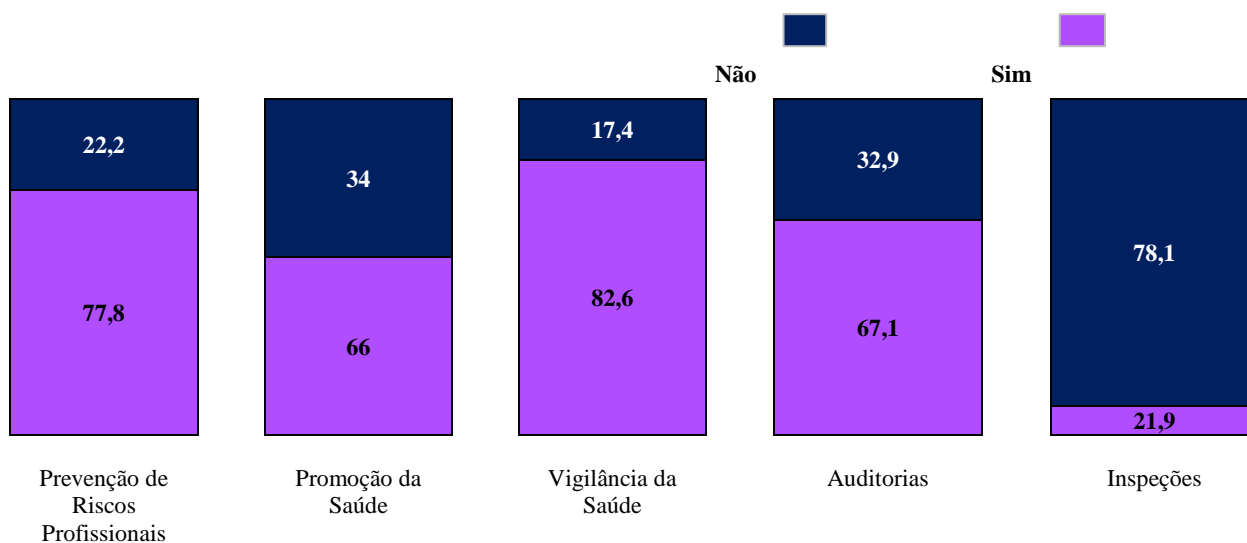


Figura 2 - UL segundo a Realização de Programas de Prevenção, Auditorias e Inspeções

Como se pode ver na tabela 6, o número de acidentes de trabalho com consequência mortal, para os trabalhadores vinculados, em 2017 manteve-se igual ao ano de 2016 com o mesmo número de mortos, mas estes dois últimos anos registaram um número de mortos superiores ao ano de 2015.

Já para os trabalhadores não vinculados, com consequência mortal, foi maior em 2017 do que em 2016 e do que em 2015. Os trabalhadores vinculados, com consequência não mortal, têm um acréscimo de acidentes e os trabalhadores não vinculados, com consequência não mortal, têm oscilado com uma diminuição de 2015 para 2016, e aumento de 2016 para 2017.

Tabela 6 – Acidentes de Trabalho na Metalomecânica

Acidentes de Trabalho	2015	2016	2017
Trabalhadores vinculados	99 698	101 697	104 769
Mortais	75	95	95
Não mortais	99 623	101 602	104 674
Trabalhadores não vinculados	6 761	6 488	8 421
Mortais	7	10	13
Não mortais	6 754	6 478	8 408

1.4.3 Inquérito aos Acidentes de Trabalho

No relatório publicado a 13 de setembro de 2019, o GEP¹¹ refere que a média de dias de trabalho perdidos (DTP) por acidente de trabalho não mortal no ano de 2017 foi de 37,9. Face ao mesmo período de 2016, verifica-se o aumento do valor absoluto do total de AT (0,9%) e dos AT mortais (1,4%). No sentido inverso, a taxa de incidência do total de AT, diminuiu face também a 2016 em 105,1 e os AT mortais em 0,1 como se pode ver na tabela 7.

Tabela 7 - Informação geral (por anos)

INFORMAÇÃO GERAL (por ano)	2015	2016	2017
Acidentes de trabalho (Total/Mortais)	208 457 / 161	207 567 / 138	209 390 / 140
População exposta ao risco	4 548 670	4 605 247	4 756 619
Taxa de incidência (Total/Mortais)	4 582,8 / 3,5	4 507,2 / 3,0	4 402,1 / 2,9
Total de AT com DTP	5 459 744	5 333 835	5 430 340
Média de DTP por AT	38,4	37,4	37,9

Na caracterização da EE, a atividade económica onde ocorreram maior número de acidentes de trabalho, foi o setor das indústrias transformadoras (C), com um valor absoluto de 53 650 de AT (taxa incidência de 6 677,6) e um valor absoluto de AT mortais de 23 (taxa incidência 2,9). O setor abaixo e imediato com menos AT foi o da construção (F) com o valor absoluto de 25 968 de AT (taxa incidência de 8 444,6) e o valor absoluto de AT mortais de 42 (taxa incidência 13,7). Estes dois índices com maior valor absoluto de acidentes de trabalho, têm inversamente o número de AT mortais como se pode ver na tabela 8.

Tabela 8 - Caracterização da entidade empregadora a nível nacional

CARACTERIZAÇÃO DA ENTIDADE EMPREGADORA (EE)	TOTAL AT		AT Mortais	
Atividade Económica (Sector CAE Ver.3)	valor absoluto	taxa incidência	valor absoluto	taxa incidência
Total	209 390	4402,1	140	2,9
A Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca	6872	2257,2	21	6,9
B Indústria extrativas	651	5279,1	1	8,1
C Indústrias transformadoras	53650	6677,6	23	2,9
D Eletricidade, gás, vapor, água quente e ar frio	225	1318,5		

¹¹ <http://www.gep.mtsss.gov.pt/documents/10182/26338/at2017sint.pdf/e805cd4a-2a64-4b76-b133-2e5ed421f8f0>, consultado em 5 de outubro de 2019

CARACTERIZAÇÃO DA ENTIDADE EMPREGADORA (EE)	TOTAL AT		AT Mortais	
E Capt, trat. e distrib. água, saneam, gestão de resid. e despoluição	3054	8378,0	5	13,7
F Construção	25968	8444,6	42	13,7
G Comér. por grosso e a retalho; repar. de veíc. autom. e motociclo	33247	4725,5	12	1,7
H Transportes e armazenagem	13487	6612,9	20	9,8
I Alojamento, restauração e similares	13664	4227,9	4	1,2
J Atividades de informação e de comunicação	988	0860,3		
K Atividades financeiras e de seguros	626	0580,9		
L Atividades imobiliária	759	1767,7		
M Atividades de consultoria, científicas, técnicas e similares	2850	1426,1		
N Atividades administrativas e dos serviços de apoio	18254	*_-	6	*_-
O Administração Pública e Defesa; Segurança Social obrigatória	8629	2909,0	4	1,3
P Educação	2830	0724,3		
Q Atividades de saúde humana e apoio socia	17540	3983,9	1	0,2
R Ativ. Artísticas de espetáculos, desportivas e recreativas	2173	3388,2	1	1,6
S Outras Atividades de serviços	2624	2348,6		
T At. Famil. Empreg. Pess. Doméstico e ativ. Prod. Famil. p/uso próprio	693	0638,6		
U Ativ. Dos organ. Internac. E outras instit. Extraterritoriais	26	0745,0		
CAE IGNORADA	579	-		
*No sector de atividade "N" estão incluídas as entidades empregadoras vulgarmente denominadas por empresas de trabalho temporário e prestação de serviços. Em termos de população exposta ao risco, a atividade registada para os trabalhadores desta atividade é identificada naquelas atividades onde exercem os serviços; - não disponível				

Foi nas micro e pequenas empresas, onde ocorreu o maior número de AT mortais. Em contrapartida, as grandes empresas, tiveram resultados inversos às micro e pequenas empresas onde os AT não mortais foram superiores ao AT mortais como se pode ver na Figura 3.

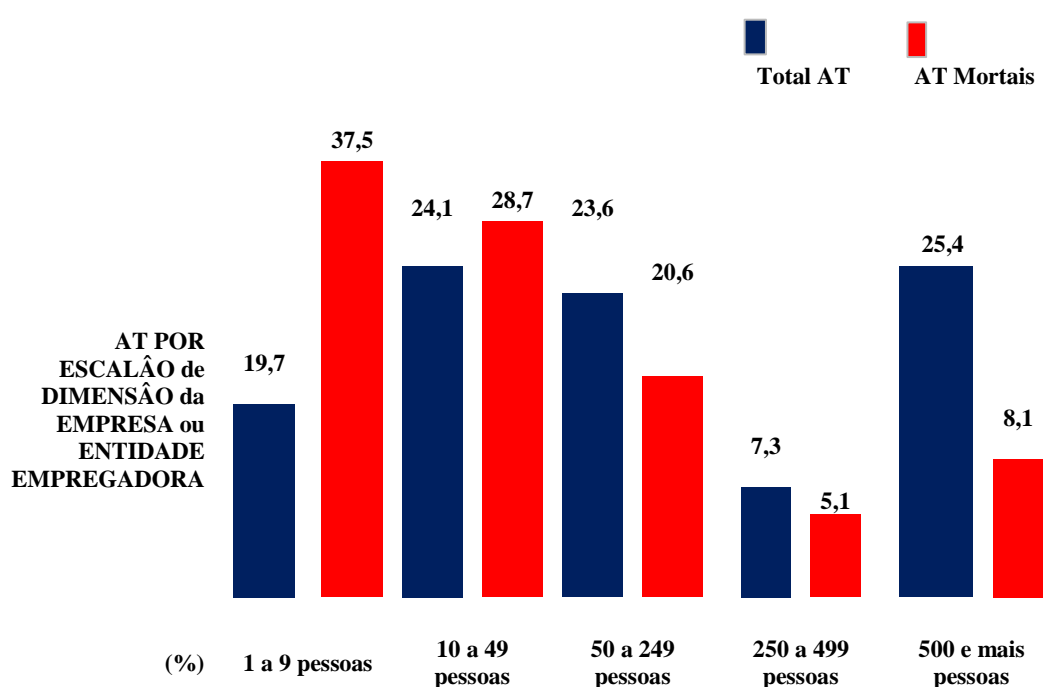


Figura 3 - AT por escalão de empresa ou entidade empregadora (%)

1.4.4 Parte(s) do corpo atingida no acidente de trabalho – Ano 2016 – Portugal

Os acidentes de trabalho apurados pelo GEP, como se pode ver na tabela 9, têm por fonte as participações dos acidentes de trabalho feitas pelas empresas às Companhias de Seguros, sendo a consequência mortal aferida não apenas no local de trabalho, como acontece com a Autoridade para as Condições de Trabalho (ACT), mas no decorrer de um ano após o acidente e na consequência deste; este facto implica que os dados do ano “n” sejam apenas “fechados” no início do ano “n+2”, havendo depois todo o trabalho de apuramento da informação.¹²

Tabela 9 – Identificação da localização da lesão no corpo humano

(CAE Revisão 3)		CAE 24 - Indústrias metalúrgicas de base	CAE 25 - Fabricação de produtos metálicos, excepto máquinas e equipamentos
Total	Total	1189	11188
Cabeça	Total	275	3009
	Cabeça	48	126
	Cabeça, cérebro, nervos e vasos cranianos	14	160
	Área facial	21	132
	Olho(s)	169	2494
	Ouvido(s)	7	19
	Dentes	9	28
	Cabeça, partes múltiplas	0	1
	Cabeça, outras partes não mencionadas	7	48
Pescoço	Total	7	85
	Pescoço	7	13
	Pescoço, incluindo espinha e vértebras do pescoço	0	54
	Pescoço, outras partes não mencionadas	0	18
Costas	Total	178	1109
	Costas	18	239
	Costas, incluindo espinha e vértebras	110	676
	Costas, outras partes não mencionadas	50	194
Tórax	Total	27	270
	Tórax	0	75
	Costelas, incluindo clavícula e articulação	6	26
	Caixa torácica, incluindo órgãos	7	70
	Área pélvica e abdominal, incluindo órgãos	8	43
	Tórax, partes múltiplas	0	7
	Tórax, outras partes não mencionadas	6	49
Extremidades superiores	Total	461	4148
	Extremidades superiores	0	14
	Ombro e respetivas articulações	45	451
	Braço, incluindo cotovelo	66	494
	Mão	124	1432
	Dedo(s)	186	1527
	Pulso	40	205
	Extremidades superiores, outras partes não mencionadas	0	25
Extremidades inferiores	Total	191	1983
	Extremidades inferiores	0	22
	Anca e respectiva articulação	14	186
	Perna, incluindo joelho	91	902
	Tornozelo	20	142
	Pé	67	673
	Dedo(s) do pé	0	58
Corpo inteiro	Total	6	61

¹²<http://www.gep.mtsss.gov.pt/web/gep/estatisticas-antiores?categoryId=11369>, consultado em 2 de julho de 2019

(CAE Revisão 3)		CAE 24 - Indústrias metalúrgicas de base	CAE 25 - Fabricação de produtos metálicos, excepto máquinas e equipamentos
	Múltiplas partes do corpo	6	61
Outras partes do corpo	Total	0	43
	Outras partes do corpo	0	43
Ignorado	Total	44	481
	Ignorado	44	481

Ao analisar os dados obtidos, nomeadamente os dedos das extremidades superiores, foi a parte do corpo onde se registaram maior número de participações com 186 acidentes no CAE 24 REV.3 e 1527 acidentes no CAE 25 REV.3. Imediatamente a seguir, os olhos, foi a parte do corpo que registou maior número de acidentes com 169 no CAE REV.24 e 2494 no CAE REV.25.

1.5 Recrutamento e seleção

A forma de recrutamento neste sector é maioritariamente informal e pouco exigente. Este facto, associado à natureza e ambiente de trabalho pouco estimulante, ruidoso, sujo e pesado e, a limitação das perspectivas de carreira, faz com que a imagem, apresentada pela maioria das profissões seja pouco atrativa e estimulante para a captação de jovens, provocando algumas dificuldades de recrutamento.

O sector metalomecânico é um sector onde existe uma especialização de mão-de-obra. No entanto, os critérios de recrutamento são pouco exigentes, dado que na maioria das profissões à exceção dos soldadores, a quem se exige uma certificação, não existe critério definido.

O recrutamento e a seleção, na maioria das empresas, são tradicionalmente feitos pelo gestor de recursos humanos, quando a função existe, ou pelo responsável (proprietário) da empresa. Este recrutamento é feito informalmente, por “conhecimento pessoal” de responsável da empresa ou de algum funcionário e, o principal meio é o recurso a fichas de candidaturas espontâneas que existem nas empresas ou a anúncio.

As áreas de recrutamento variam entre o nível nacional para os quadros superiores e o nível local para os mais baixos níveis de qualificação. Parece existir, de algum modo, uma resistência para as empresas recorrerem a apoio externo para a prossecução do recrutamento e seleção, ou recorrerem a centros de formação. Apesar disso, algumas empresas dizem ter como prática, recrutar, diretamente junto de Escolas Profissionais (ESTEM), do Centro de Formação (CENFIM e CINFU), e junto de Universidades e Institutos Politécnicos.

Esta resistência das empresas para recorrer a instituições de formação ou a empresas especializadas existentes, para o recrutamento de pessoal para os seus quadros, pode ser de algum modo justificado, pela preferência de formar internamente os seus trabalhadores. Muitas empresas valorizam mais os aspetos relacionais e sociais e a capacidade de aprendizagem, em detrimento de uma elevada formação de base dos trabalhadores. Com esta prática visam facilitar a integração dos novos trabalhadores a ritmos de trabalho e a uma cultura empresarial muito própria. O processo

de recrutamento que implica o recurso a centros de formação, escolas profissionais ou a universidades, é utilizado na admissão de novos trabalhadores (com competências para se adaptarem às novas tecnologias e processos de produção inovadores). Este processo requer um recrutamento mais especializado, e tem implicações diretas no crescimento do emprego. Outro procedimento utilizado é o da reconversão de trabalhadores, com menores repercussões no volume de emprego. A seleção é feita pelo responsável dos recursos humanos (quando existe) ou pelo responsável da empresa. De referir que em muitos casos, os chefes de sector ou os chefes de equipa também selecionam os novos trabalhadores. De uma forma geral, não existem critérios específicos para a seleção, privilegiando-se as pessoas da zona sem necessidade de ter qualquer vínculo ao sector. Ainda assim, a experiência profissional, a formação profissional e a formação geral são valorizadas por muitas empresas. As habilitações não são um facto muito relevante, sendo valorizada a formação académica no caso dos quadros superiores. No caso dos operários, a maioria das empresas deseja recrutar trabalhadores com a escolaridade obrigatória no mínimo, não conseguindo cumprir este critério por falta de condições com estas qualificações. Para as áreas de Soldadura exige-se uma certificação, e para as áreas que implicam saberes fazer tradicionais, a experiência profissional é um critério de recrutamento. No caso das áreas de montagem, sobretudo de pequenos componentes, dá-se preferência ao sexo feminino, pela sua maior destreza manual. No que se refere à mobilidade interna e à promoção profissional, nenhuma empresa alvo dos estudos de caso referiu ter carreiras profissionais organizadoras, sendo as promoções feitas por mérito ou por apreciação pessoal. Este facto, associado à natureza e ambiente de trabalho (ruidoso, sujo, pesado e que requer esforço físico) e, à escassez de divulgação de informação, torna pouco atrativa e estimulante a captação de jovens para profissões ligadas a este sector, bem como a fixação de pessoas com habilitações mais elevadas. No entanto, algumas empresas de maior dimensão, organizam um “processo de aprendizagem” interno, permitindo aos novos trabalhadores a passagem por vários postos de trabalho em várias secções. Esta prática de gestão de recursos humanos, permite à empresa ter novos trabalhadores com um conhecimento mais profundo sobre o funcionamento da empresa e do processo produtivo e, com uma forte capacidade de adaptação.

1.6 Atualidade do setor Metalomecânico e Metalúrgico

A AICEP Portugal Global, E.P.E.¹³, Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal, é uma entidade pública de natureza empresarial vocacionada para o desenvolvimento de um ambiente de negócios competitivo que contribua para a globalização da economia portuguesa.

O bom desempenho e a evolução positiva do volume de negócios e das exportações da indústria metalúrgica e metalomecânica devem-se essencialmente aos esforços de promoção internacional do setor e das suas potencialidades por parte das várias associações do setor, como a AIMMAP (Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e Afins de Portugal) e a ANEME (Associação Nacional das Empresas Metalúrgicas e Eletromecânicas), especialmente fora dos mercados europeus.

¹³<http://portugalglobal.pt/PT/sobre-nos/Paginas/sobre-nos.aspx>, consultado a 2 de outubro 2019

De acordo com a AIMMAP¹⁴, foi anunciado no mês de fevereiro os resultados das exportações do setor metalúrgico e metalomecânico, não só com dados referentes ao mês de dezembro como também com informações respeitantes aos valores acumulados em todo o ano de 2018.

No que concerne aos números de dezembro constata-se que as exportações ascenderam ao valor de 1.418 milhões de euros, o que traduziu um crescimento homólogo de 20,5%. Este notável desempenho poderia ter sido ainda mais significativo caso não tivesse sido prejudicado pelas greves portuárias que constrangeram a atividade exportadora em Portugal nos últimos meses. Foi o melhor resultado alguma vez atingido no mês de dezembro tendo sido para além disso a vigésima oitava vez consecutiva em que o valor mensal das exportações do setor suplantou os 1.000 milhões de euros. Na verdade, o setor metalúrgico e metalomecânico exportou em 2018 o fantástico valor de 18.334 milhões de euros, registando um crescimento homólogo de 11,3%. Em termos quantitativos o sector exportou praticamente mais dois mil milhões de euros do que no ano anterior. Já em março de 2019¹⁵, a associação revela através de um estudo a propósito do comércio internacional no setor metalúrgico e metalomecânico, as exportações desta indústria no mês de janeiro de 2019 atingiram o extraordinário valor de 1.692 milhões de euros, conforme se pode ver na tabela 10.

Tabela 10 - Os 10 Melhores resultados mensais de sempre (em milhões de euros)

Os 10 Melhores Resultados Mensais de Sempre (em milhões de euros)		
1	Outubro 2018	1696
2	Novembro 2017	1696
3	Janeiro 2019	1692
4	Maio 2018	1692
5	Junho 2018	1681
6	Julho 2018	1667
7	Abril 2018	1595
8	Setembro 2018	1563
9	Março 2018	1560
10	Março 2017	1543

Este montante representou um assinalável crescimento homólogo de 9,8% e fica registado como o terceiro melhor resultado mensal de sempre das vendas ao exterior por parte da indústria metalúrgica e metalomecânica portuguesa, em exata igualdade com os números que tinham sido atingidos no mês de maio de 2018. Para que este percurso se consolide será preciso continuar agora a investir em inovação e na qualificação dos recursos humanos, sem esquecer que é absolutamente vital que as empresas estejam preparadas para responder aos desafios da digitalização.

Em todo o caso, importa ter em atenção que uma grande parte deste crescimento está a ser alavancado pelas vendas para os principais mercados da União Europeia, sendo de referir a tal respeito que essa geografia representa 85% das exportações totais do setor. Naturalmente,

¹⁴<http://www.metalportugal.pt/files/documentos/2019032716104835633962613038386631643830.pdf>, consultado a 2 de outubro de 2019

¹⁵<http://www.metalportugal.pt/files/documentos/2019040316104435636134636366343130313437.pdf>, consultado a 3 de outubro de 2019

considerando essa circunstância, percebe-se facilmente que a continuação desta fase de crescimento não irá depender apenas da performance das empresas. Será necessário também que outros fatores se reúnam. Dados mais recentes e disponibilizados pela ANEME, refere na sua publicação mensal nº 71¹⁶, com dados referentes a março e disponíveis até 15 de maio de 2019, que em março de 2019 comparativamente ao mês anterior (variação mensal), o setor metalúrgico e eletromecânico registou um aumento, tanto nas exportações como nas importações de produtos. Contudo, o aumento nas exportações (4,5%) foi inferior ao observado nas importações (22,5%), facto que se traduziu numa redução de 11,1p.p. na taxa de cobertura que se situou em 64,5%.

Em termos homólogos (março de 2019 comparativamente ao mês de março de 2018) as exportações e as importações aumentaram 10,7% e 18,3%. Analisando o volume de negócios na indústria, conforme se pode ver na tabela 11, com o índice de remuneração na indústria, conforme se pode ver na tabela 12, constata-se que a variação mensal do CAE 33¹⁷ regista um aumento face a período homólogo da remuneração da variação mensal que é negativa, à exceção do mês de março que situa em 1%.

Tabela 11 - Índice de volume de negócios na indústria

		CAE 24	CAE 25	CAE 27	CAE 28	CAE 29	CAE 30	CAE33
Variação Mensal (%)	mar/19	-6,6	2,4	-	23,2	0,9	-8,5	10,7
	fev./19	-5,6	-0,3	-	-2,5	-0,3	5,1	4,7
	jan./19	23,7	1,6	-	-26,9	44,9	-2,3	-36,5
Variação Homóloga (%)	mar/19	-13,5	-6,9	-	-2,2	12,3	-20,5	1,8
	fev./19	0,8	4,3	-	-17,3	15,9	-15,3	2,9
	jan./19	2,7	1,6	-	-12,5	14,1	3,6	-1,8
Variação Média Anual (%)	mar/19	3,2	-1,5	-	-2,6	20,0	-2,4	11,3
	fev./19	4,5	-1,4	-	-3,3	21,4	-1,3	11,4
	jan./19	5,4	-1,9	-	-1,3	23,6	2,3	10,9

Tabela 12 - Índice de remunerações na indústria

		CAE 24	CAE 25	CAE 27	CAE 28	CAE 29	CAE 30	CAE33
Variação Mensal (%)	mar/19	0,5	1,4	-	3,1	7,1	3,4	1,0
	fev./19	-6,5	2,2	-	0,6	2,1	2,4	-0,5
	jan./19	-19,9	-27,2	-	-23	-16,5	-21,9	-23,1
Variação Homóloga (%)	mar/19	-0,5	2,5	-	4,8	4,9	8,9	0,1
	fev./19	1,0	1,6	-	5,3	5,1	4,2	2,2
	jan./19	3,5	0,7	-	5,0	7,8	9,0	6,9
Variação Média Anual (%)	mar/19	1,8	2,3	-	5,2	10,9	8,8	7,4
	fev./19	2,1	2,3	-	5,4	11,9	9,1	8,0
	jan./19	2,3	2,5	-	5,4	12,7	9,6	8,2

¹⁶ https://www.aneme.pt/site/wp-content/uploads/2019/06/Barómetro-71_v01_small.pdf, consultado a 5 de outubro de 2019

¹⁷ CAE 33 – Reparação, manutenção e instalações de máquinas e equipamentos.

1.7 Higiene e Segurança no trabalho

Algumas ideias precisam de ser sintetizadas acerca das exigências em termos da higiene e segurança no trabalho neste setor, visto estarem associadas a questões de qualidade e ambiente.

Diariamente, os trabalhadores do setor da metalomecânica e da metalurgia, estão expostos a poluentes que são libertados durante o processo produtivo, nomeadamente aerossóis, resíduos químicos e fluídos.

Por estes motivos, prevalece a preocupação da proteção dos trabalhadores contra as doenças profissionais e os acidentes de trabalho.

No panorama internacional, diversas organizações como a OIT e a ISO, que referem recomendações à segurança e à higiene do trabalho, nomeadamente através da proteção dos olhos, ouvidos, máscaras respiratórias, vestuário de proteção contra produtos químicos, sapatos de segurança, etc.

As diretivas que foram transpostas, através da entrada de Portugal na CE, as obrigações no plano comunitário passaram a ser-nos impostas sob a forma de diretivas (Portugal transpôs para a ordem jurídica nacional todas as diretivas comunitárias, baseadas no artigo 118º do Tratado da EU), e visam essencialmente combater os riscos de doenças profissionais, ficando as entidades patronais obrigadas a controlar regularmente os poluentes e a precaver possíveis acidentes de trabalho.

Por este fato, surge uma Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, que redigiu um relatório sobre as prioridades e estratégias da EU no que respeita a este tema.

O sector metalúrgico aparece neste relatório como sendo o sector que mereceu especial atenção por parte da Comunidade Europeia ao longo destes 10 anos e admite-se que continue pelos próximos 5, pois é um sector de elevados riscos ao nível da segurança, agentes químicos no ambiente de trabalho e ergonómicos.

O documento feito a Portugal, indica que também no plano interno, este setor de atividade económico tem assumido prioridade na política de saúde e segurança no trabalho no local de trabalho.

Internamente, prossegue-se com a inspeção nos locais de trabalho e verifica-se um empenho elevado e esforço por parte de organismos nacionais e no sentido de sensibilizar a população para este tema através de divulgação de informação, através de campanhas e elaboração de leis.

1.8 Seleção e Ensaio de Equipamentos de Proteção Individual¹⁸

O Equipamento de Proteção Individual, ou EPI, destina-se a proteger trabalhadores contra lesões sérias em ambiente de trabalho ou doenças resultantes de contacto com produtos químicos, radiológicos, físicos, elétricos, mecânicos ou outros perigos no local de trabalho.

1.8.1 Responsabilidades do empregador

Os requisitos de equipamentos de proteção individual gerais da EU-OSHA (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho) exigem que os empregadores conduzam uma avaliação de riscos dos seus locais de trabalho para determinarem que perigos estão presentes que exigem o uso de equipamento de proteção, forneçam aos trabalhadores equipamentos de proteção apropriados e exigir que eles o utilizem e o mantenham em condições de higiene e de operacionalidade.

O uso de equipamento de proteção individual é frequentemente essencial, mas é geralmente a última linha de defesa após controlos de engenharia, práticas de trabalho e controlos administrativos.

1.8.2 Proteção ocular contra energia radiante durante soldadura e corte em estaleiros¹⁹

A energia eletromagnética emitida por um arco ou chama, pode ferir os olhos dos trabalhadores e é comumente referida como energia radiante ou radiação luminosa. Para proteção contra energia radiante, os trabalhadores devem usar equipamentos de proteção individual, como óculos de segurança, óculos de proteção, máscaras de soldadura ou protetores faciais de soldadura.

Este equipamento deve ter filtro de lentes com um número de tonalidade capaz de fornecer o nível apropriado de proteção. Um número de sombra indica a intensidade da radiação da luz que é permitida passar através de um filtro para os olhos. Portanto, quanto maior o número da sombra, quanto maior escuro o filtro e menor a radiação luminosa que passará pelas lentes.

Este requisito aplica-se aos trabalhadores que executam o trabalho e ao pessoal que observa a operação como por exemplo um bombeiro ou um assistente. Como se pode ver na tabela 13, identifica os números mínimos de tonalidade das lentes de proteção para os processos de soldadura e corte normalmente usados.

¹⁸https://www.osha.gov/Publications/osha3603_portuguese.pdf, consultado em 8 de setembro de 2019

¹⁹<https://www.osha.gov/Publications/OSHAfactsheet-eyeprotection-during-welding.pdf>, consultado em 12 de outubro de 2019

Tabela 13 - Filtro de lentes para proteção durante a soldadura a arco

Operação	Tamanho do eletrodo – polegada (milímetros)	Corrente do arco (Amperes)	Número mínimo da OSHA para sombra protetora	Recomendações da ANSI & AWS para a sombra
Arco soldadura de metal blindado (SMAW)	Menos que 3/32 (2.4)	Menos de 60	7	-
	3/32 – 5/32 (2.4 – 4.0)	60 - 160	8	10
	Mais de 5/32-1/4 (4.0-6.4)	Mais de 160 - 250	10	12
	Mais de 1/4 (6.4)	Mais de 250 - 550	11	14

Quando existir a possibilidade de objetos saltarem para os olhos e ao rosto dos trabalhadores, os dispositivos de proteção selecionados devem fornecer proteção lateral. A proteção lateral reduz os riscos de projeção como lascas de escória, fragmentos de trituração e cerdas em contacto com os olhos e o rosto de um trabalhador.

Onde existir esses riscos, os trabalhadores que usam máscara de soldar com filtro de lentes também precisam de usar óculos com proteção lateral ou óculos de proteção.

1.8.3 BS EN 169:2002

O Jornal Oficial da União Europeia, do dia 13/outubro/2017, publica²⁰ a comunicação no âmbito da aplicação da Diretiva 89/686 do Conselho CEE sobre a aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes à proteção do equipamento individual.

A norma BS EN 169:2002²¹, *Personal eye-protection – Filters for welding and related techniques – Transmittance requirements and recommended use*, foi preparada pelo Comité Técnico CEN / TC 85, “Equipamento de proteção ocular”.

Esta Norma Europeia especifica os números de escala e os requisitos de transmitância para filtros destinados a proteger os operadores que executam trabalhos que envolvam soldadura, solda por brasagem,²² goivagem²³ de arco e corte por jato de plasma. Inclui também requisitos para filtros de soldadura com números de escala dupla.

Para a proteção pessoal do operador, o filtro deve ser instalado num protetor adequado, que são descritos na EN 175 (Proteção pessoal – Equipamento para proteção ocular e facial durante processos de soldadura e afins).

²⁰ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=uriserv:OJ.C_.2017.344.01.0001.01.ENG, consultada em 21 de novembro de 2019

²¹

<http://78.100.132.106/External%20Documents/Intenational%20Specifications/British%20Standards/BS%20EN/BS%20EN%2000169-2002.pdf>, consultada em 21 de novembro de 2019

²² Brasagem, *brasagem* in Dicionário infopédia da Língua Portuguesa [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2019. [consult. 2019-11-21 14:02:07]. Disponível na Internet: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/brasagem>

²³ Goivagem, <https://www.dicionarioinformal.com.br/goivagem/>, consultado em 21 de novembro de 2019

Diversos fatores, estão envolvidos na seleção do número da escala de um filtro de proteção que é adequado para soldadura ou técnicas afins. Para a soldadura a gás e técnicas relacionadas, como soldadura por brasagem, esta norma refere-se à taxa de fluxo dos queimadores.

Para soldadura a arco, goivagem a arco, a ar e jato de corte de plasma, a corrente é um fator essencial. Além disso, na soldadura a arco, o tipo de arco e o tipo de metal original também devem ser levados em consideração.

Outros parâmetros que têm influência significativa, mas que são difíceis de avaliar o seu efeito, é particularmente, a posição do operador em relação à chama ou arco (dependendo se o operador se inclinar sobre o seu trabalho ou adotar a posição de um braço, a variação de pelo menos um número de escala poderá ser necessário), a iluminação local e por fim o fator humano, conforme se pode ver na Figura 4.



Figura 4 – Adaptação do trabalhador ao ponto de soldadura

Por essas várias razões, esta Norma Europeia fornece apenas os números de escala que a experiência prática comprovada mostrou ser válida em circunstâncias normais para a proteção pessoal de operadores com visão normal, realizando trabalhos de um tipo específico.

O número da escala do filtro a ser usado pode ser lido nas tabelas, na interseção da coluna, correspondentes ao fluxo do gás ou à corrente e à linha, especificando o trabalho a ser realizado.

As condições médias de trabalho, nas quais a distância do olho do soldador ao *pool* de metal fundido é de aproximadamente 50 cm e a iluminação média é de aproximadamente 100 lx.

A EN169:2002, define a proteção ocular individual que proporciona os números de escala e as especificações de transmissão dos filtros destinados a assegurar a proteção dos utilizadores quando efetuam trabalhos de soldadura, soldadura mista, calibração e corte com plasma.

É necessário que os assistentes dos soldadores e outras pessoas no local de operação de trabalho de soldadura estejam protegidos. Os filtros com os números de escala 1,2 a 4 devem ser utilizados para essa finalidade. No entanto, se os níveis de risco exigirem filtros com números de escala mais elevados, estes deverão ser utilizados.

Especialmente quando o assistente do soldador, estiver à mesma distância do arco como o soldador, então ambas as pessoas devem usar filtros com os mesmos números de escala.

Os números da escala a serem usados para a soldadura a gás e soldadura por brasagem são dados como se pode ver na tabela 14.

Tabela 14 – Recomendação para o uso de diferente número de escala para soldadura a arco

	Current A																						
Process	1,5	6	10	15	30	40	60	70	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	600		
Covered electrodes						8		9		10		11		12			13			14			
MAG						8		9		10		11			12			13			14		
TIG				8		9		10		11			12			13							
MIG with heavy metals								9		10		11			12		13		14				
MIG with light alloys										10		11		12		13		14					
Air-arc gouging											10		11	12		13		14		15			
Plasma jet cutting										9	10	11	12			13							
Micro- plasma arc welding	4	5		6		7	8		9	10		11		12									
	1,5	6	10	15	30	40	60	70	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	600		
NOTE	The term "heavy metals" applies to steels, alloy steels, copper and its alloys, etc.																						

NOTE The term "heavy metals" applies to steels, alloy steels, copper and its alloys, etc.

1.8.4 Escurecimento dos vidros de soldadura automático ativo VS passivo²⁴

Qual a diferença entre os vidros (lentes) com escurecimento automático ativo e os vidros de soldadura passiva?

A diferença óbvia, é que as lentes de soldadura com escurecimento automático, conforme se pode ver na Figura 6, ficam escuras assim que se inicia o arranque da soldadura e fica mais claro quando

²⁴<https://www.phillips-safety.com/2013/10/auto-darkening-vs-passive/>, consultado a 17/11/2019

a tocha não está em uso, enquanto as lentes passivas são feitas de vidro colorido e não mudam de cor, conforme se pode ver na Figura 5.

Existem pontos positivos e negativos para ambos os tipos de óculos. As lentes de escurecimento automático são obviamente mais convenientes do que as lentes de soldadura de vidro passivas padrão. Ao usar lentes de escurecimento automático, não é preciso tirar o capacete para ver o trabalho.

As lentes de soldadura passiva, por outro lado, geralmente são mais transparentes do ponto de vista ótico (proporcionando melhor visão durante a queima) e muito mais baratas que as lentes de escurecimento automático. As lentes de solda de vidro, conforme se pode na fotografia 7, são facilmente substituídas e descartadas porque são baratas e ainda se obtém uma melhor visão com elas.



25

Figura 5 - Máscara de soldar passiva



26

Figura 6 - Máscara de soldar ativa

As lentes de soldadura passiva, por outro lado, geralmente são mais transparentes do ponto de vista ótico (proporcionando melhor visão durante o processo de soldadura) e muito mais baratas que as lentes com escurecimento automático.

²⁵<https://www.millerwelds.com/safety/helmets>, consultado a 17/11/2019

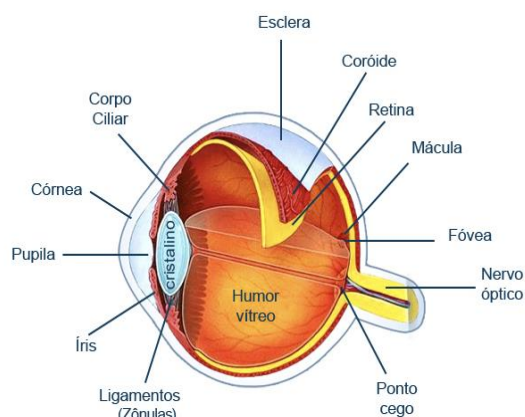
²⁶<https://www.esab.com.br/br/pt/products/ppe-accessories/helmets-and-head-protection/sentinel-a50.cfm>, consultado a 17/11/2019

Figura 7 - Vidros de proteção de soldar SCS DIN CE²⁷

2 ESTRUTURA OCULAR E LESÕES

2.1 Principais elementos óticos do olho humano²⁸

O olho, é o órgão do nosso corpo que permite captar imagens do ambiente em redor. É nele que se inicia o processo que entendemos por visão, processo esse que, no caso do ser humano, é responsável por mais de 90% das informações que somos capazes de captar. Significa isso que qualquer lesão neste órgão, que implique a diminuição da acuidade visual, tem como consequência, sérias limitações à interação do indivíduo com o mundo ao seu redor. A capacidade de ver, é dependente das ações de várias estruturas dentro e ao redor do globo ocular. A Figura 8, ilustra muitos dos componentes essenciais do sistema ótico.

Figura 8 – Estrutura transversal do olho humano²⁹

²⁷https://www.pape-schweissprodukte.de/res/docs/en/datasheet_SVAR_EN.pdf, consultado a 17/11/2019

²⁸<http://retinaportugal.org.pt/wordpress/funcionamento-do-olho/>, consultado a 17/10/2019

²⁹<https://www.optivista.com.br/pt/olho-humano>, consultado em 23 de novembro de 2019

Quando se olha para um objeto, são refletidos raios de luz desse objeto para a córnea, que é onde se inicia o milagre que entendemos como visão. Os raios de luz são refratados e focados pela córnea, cristalino e vítreo. A função do cristalino é a de fazer com que esses raios sejam focados de forma nítida sobre a retina. A imagem daí resultante apresenta-se invertida na retina. Ao atingi-la, os raios de luz são convertidos em impulsos elétricos que, através do nervo ótico, são transmitidos para o cérebro, onde a imagem é interpretada pelo córtex cerebral como se pode ver na Figura 9.

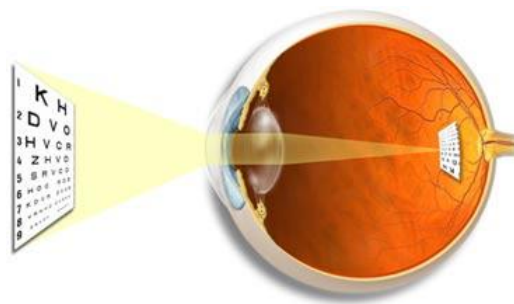


Figura 9 – Interpretação dos raios de luz para o cérebro e interpretação no nervo ótico

2.2 Danos por Radiação

As exposições ocupacionais à radiação ultravioleta (UVR) podem ter origem do sol, de fontes artificiais e especializadas e também por processos de arcos abertos como por exemplo a soldadura (Tenkate e Collins 1197; Hietanen e Von Nandelstadh 1998). Embora os trabalhadores internos estejam normalmente protegidos por roupas e óculos, o mesmo nível de proteção geralmente não é contemplado para trabalhadores externos.

Por vezes, a exposição excessiva dos trabalhadores internos resulta de falhas acidentais nas medidas de segurança ou equipamentos de proteção. No entanto, essa variedade de suscetibilidade individual não existe para o olho, e pessoas de todos os tipos de etnias são suscetíveis a cataratas e outras doenças oculares relacionadas à UVR. A forma mais comum de dano por radiação é chamada de arco do olho, também conhecida por cegueira da neve.

Esta ocorre quando o olho é exposto a uma luz muito brilhante sem proteção ocular adequada e é comum quando se solda com uma lâmpada de arco sem proteção para os olhos. Os sintomas normalmente incluem dor ocular intensa, com lacrimejamento que pode não se desenvolver até algumas horas após a exposição.

Os olhos poderão estar doridos para se meterem abertos. Outras causas de danos causados pela radiação na córnea incluem a exposição a muita luz solar refletida e após a exposição à luz ultravioleta quando se observa as luzes das máquinas de bronzamento. Embora a dor possa ser

intensa, a condição de dor e/ou desconforto, desaparece geralmente e sem complicações ao fim de 1-2 dias³⁰.

2.3 Sintomas³¹

É comum um atraso de 6 a 12 horas entre a exposição e o início dos sintomas; no entanto, a latência varia inversamente com a dose de exposição e pode ser tão curta quanto 1 hora.

Como causas leves, o trabalhador poderá sentir irritação e sensação de corpo estranho e em caso mais severos como a dor, vermelhidão, fotofobia, blefarospasmo, lacrimação e embaciamento da visão. Um olho desprotegido exposto à UVR da luz solar refletida na areia clara ou na neve durante um dia pode acumular uma dose suficiente para causar um efeito adverso na córnea e na conjuntiva ocular conhecida como foto ceratoconjuntivite. Tal como acontece como queimaduras na pele, os sintomas são adiados por várias horas. Durante esse período de horas, essa exposição causa uma transição gradual dos sintomas de sensação de comichão, sensação de “areia nos olhos” e aumento de lacrimejamento, para dor intensa e fotofobia, sensibilidade à luz, associada a um inchaço e perda das células superficiais da córnea e da conjuntiva. No prazo de 24 a 48 horas, a dor diminui, e a sensibilidade à luz desaparece devido à epitelização da superfície da córnea. Essa condição é conhecida popularmente como “cegueira da neve” ou “flash do soldador”.

2.4 Aplicação do limite ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) para os olhos³²

O olho humano é, em grande medida, naturalmente protegido da exposição aérea à UVR solar em ambiente externo. No ambiente interno, o olho é igualmente menos suscetível à exposição à UVR de fontes aérea, mas muito suscetível a fontes diretamente dentro do campo de visão normal, como um arco de soldadura. Além disso, altos níveis de UVR na luz solar estão associados a ambientes muito brilhantes que levam à contração pupilar e estrabismo que reduzem a exposição ocular, mas as fontes de lâmpadas (por exemplo, lâmpadas germicidas de mercúrio de baixa pressão) podem ter níveis relativamente baixos de luz visível que permite observação direta por longos períodos. Esses fatores devem ser levados em consideração, ao avaliar os riscos de exposição à UVR, aos olhos em ambiente de trabalho internos e as diretrizes da ICNIRP que especificam aceitação

³⁰<https://patient.info/eye-care/eye-problems/corneal-injury-and-foreign-bodies>, consultado em 14 de novembro de 2019

³¹<https://www.college-optometrists.org/guidance/clinical-management-guidelines/photokeratitis-.html>, consultado em 15 de novembro de 2019

³²https://journals.lww.com/health-physics/Fulltext/2010/07000/ICNIRP_STATEMENT_PROTECTION_OF_WORKERS_AGAINST.7.aspx#O15-7, consultado em 14 de novembro de 2019

angular limitada para essas avaliações. Em ambientes internos e externos, será inapropriado usar a irradiância UVR horizontal apenas para avaliar o risco.

2.5 Diretrizes³³

As diretrizes de exposição para UVR foram adotadas pela ICNIRP com base em recomendações anteriores da Associação Internacional de Proteção contra Radiação e da Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais (ACGIH). Essas diretrizes são aplicadas a exposições internas e a fontes artificiais, como arcos de soldadura e a lâmpadas especializadas. Embora essas diretrizes de proteção (^{ICNIRP 2004}) se apliquem à exposição à UVR solar e a fontes artificiais da UVR (Comissão Europeia 2006), a posição do sol e a geometria da exposição determinam a radiação nos olhos e na pele. Os valores das diretrizes raramente serão alcançados no contexto da exposição de trabalhadores ao ar livre, especialmente em latitudes mais baixas (menos de 30 graus). Em ambos os casos, uma grande redução na exposição pode ser alcançada por uma variedade de medidas de proteção. Um elemento chave para alcançar o objetivo de reduzir a exposição aos UVR, é a formação e a consciencialização dos trabalhadores.

2.6 Efeitos oculares – efeitos biológicos³⁴

A exposição do olho à UVR está associada a uma variedade de distúrbios, incluindo danos nas pálpebras, córnea, cristalino e talvez na retina (Zuclich 1989). A exposição ocular à UVR é muito mais afetada pela geometria da exposição do que a exposição da pele. A crista e as pálpebras das sobrancelhas protegem fortemente os olhos dos raios UV da maioria das direções. Durante o estrabismo ou o fechar do olho, as pálpebras superiores e inferiores protegem uma parte ou todo o olho da exposição aos raios UV (Sliney 2005). O meio ocular transmite e refrata parcialmente a UVR. A refração pode concentrar diretamente a radiação incidente numa radiação mais elevada (Coroneo 1990). Portanto, os efeitos oculares do sol estão localizados principalmente na parte nasal inferior do olho externo. A UVR que atinge as estruturas do olho é atenuada, dependendo do comprimento de onda da radiação incidente.

³³ https://journals.lww.com/health-physics/Citation/2010/07000/ICNIRP_STATEMENT_PROTECTION_OF_WORKERS_AGAINST.7.aspx#print-article-link, consultado em 14 de novembro de 2019

³⁴ https://journals.lww.com/health-physics/Fulltext/2010/07000/ICNIRP_STATEMENT_PROTECTION_OF_WORKERS_AGAINST.7.aspx#O11-7, consultado em 15 de novembro de 2019

3 PROCESSOS, EQUIPAMENTOS E CONSUMÍVEIS DE SOLDADURA

A soldadura refere-se à união ou fusão de peças usando calor e / ou compressão, para que as peças formem um contínuo. A fonte de calor na soldadura é geralmente uma chama de arco produzida pela eletricidade da fonte de alimentação de soldadura. A soldadura baseada em arco é chamada de soldadura a arco³⁵.

A³⁶ soldadura a gás inerte de tungstênio TIG (Tungsten Inert Gas) é um processo de soldadura a arco que produz coalescência de materiais, aquecendo-os com um arco entre um eletrodo de tungstênio não consumível e o metal base. Esse processo foi desenvolvido originalmente para metais leves difíceis de soldar, como o alumínio, magnésio e titânio.

Muitos componentes sensíveis de aviões e de reatores nucleares são soldados a TIG e, portanto, a qualidade da soldadura TIG é de extrema importância. Basicamente, a qualidade da soldadura TIG é fortemente caracterizada pela geometria do conjunto de soldas.

Isso ocorre porque a geometria do conjunto de soldadura desempenha um papel importante na determinação das propriedades mecânicas da solda.ⁱ Basicamente, a penetração da solda na face traseira do metal base deve ser alcançada para garantir a resistência da solda.

A profundidade frontal, a altura traseira e a largura traseira da solda têm uma característica de qualidade menor quanto melhor. A soldadura TIG (Tungsten Inert Gas)³⁷ ou GTAW (Gas-Shielded Tungsten Arc Welding) é um processo que utiliza um eletrodo sólido de tungstênio não consumível.

O eletrodo, o arco e a área em volta da poça de fusão da solda são protegidos por uma atmosfera protetora de gás inerte. Se um metal de enchimento é necessário, ele é adicionado no limite da poça de fusão. Esse processo verifica-se como se pode ver na Figura 10.

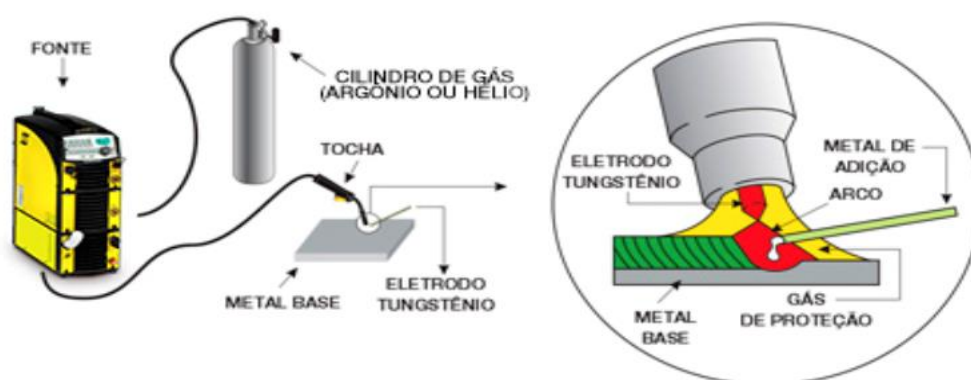


Figura 10 – Soldadura por processo TIG (GTAW)

³⁵ <https://www.kemppi.com/en-US/support/welding-abc/what-is-welding/>, consultado em 14 de novembro de 2019

³⁶ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0890695599000139>, consultado em 12 de novembro de 2019

³⁷ https://www.esab.com.br/br/pt/education/blog/processo_soldagem_tig_gtaw.cfm, consultado em 12 de novembro de 2019

Obs.: Os tipos de gases mais indicados para o processo TIG são argônio, hélio ou mistura entre esses dois gases.

A soldadura TIG pode ser feita utilizando corrente contínua (CC- ou CC+) ou corrente alternada (CA). Cada uma dessas alternativas irá influenciar fortemente os mecanismos de emissão de elétrons e consequentemente as características de soldabilidade como se pode ver na tabela 15.

Em contacto com o ar as ligas de alumínio formam uma superfície de óxido de alumínio que dificulta ou mesmo impede a sua soldadura. Para sobrepor esse problema, faz-se o uso de corrente alternada, a qual associa as propriedades de limpeza da corrente CC+ e de penetração da CC- a cada meio ciclo.

Tabela 15 – Soldadura com diferentes processos de corrente

TIPO DE CORRENTE	CONTÍNUA		ALTERNADA
Características	Direta CC-	Inversa CC+	CA
Objetivo	Penetração profunda e preservação do tungsténio	Penetração “rasa” e efeito limpeza de óxido superficial	Preservação do W e efeito limpeza a cada meio ciclo
Aplicação	Aços carbono, baixa/alta liga, inoxidáveis, prata e cobre e ligas, revestimentos	Viável para soldadura de pequenas espessuras	Alumínio, magnésio e ligas
Elétrodo de W: capacidade de suportar corrente sem fundir	Ótima, pode-se usar altos valores de corrente	Pobre, somente para baixos valores de corrente	Boa, pode-se usar valores intermediários de corrente
Ação de limpeza do óxido na soldadura de Al e Mg e ligas	Não	Sim	Sim, a cada meio ciclo
Balanço de calor no arco (aproximadamente)	70% na peça, 30% no elétrodo	30% na peça, 70% no elétrodo	50% na peça, 50% no elétrodo
Fluxo de eletrões - Penetração			

O processo mais antigo, mais conhecido e ainda bastante comum é a soldadura a arco de metal manual da MMA, que é comumente usada em locais de trabalho de instalações e locais externos que exigem boa acessibilidade.

Os métodos de soldadura³⁸ mais usados são a soldadura MIG / MAG, soldadura TIG e a soldadura MMA (arco de metal manual), conforme se pode ver na Figura 11.

³⁸<https://www.kemppi.com/en-US/support/welding-abc/what-is-welding/>, consultado em 19 de novembro de 2019

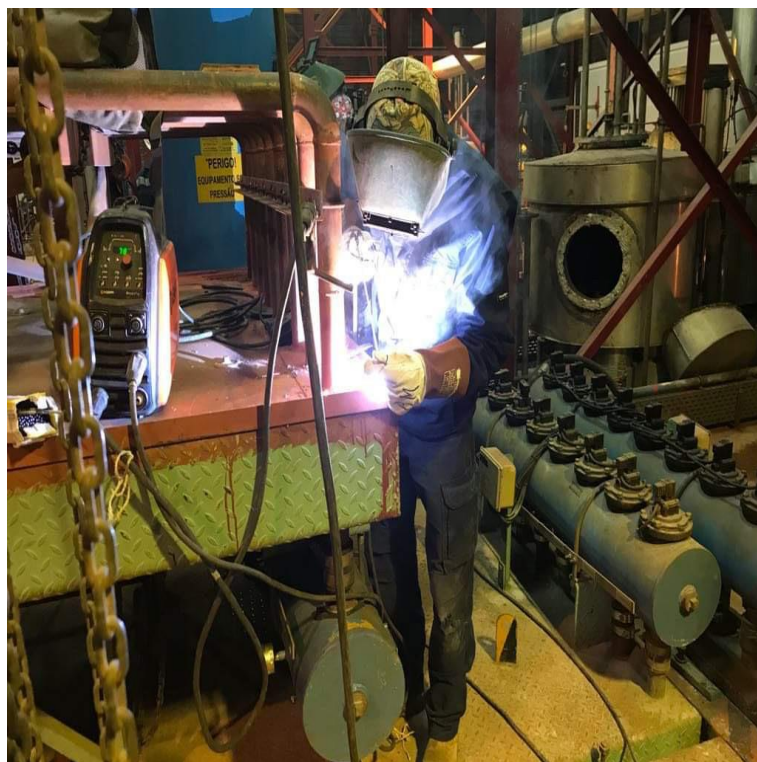


Figura 11 – Processo de soldadura com gás inerte de tungsténio

O método de soldadura TIG mais lento permite produzir resultados de soldadura extremamente finos e, portanto, é usado em soldas que serão vistas ou que exigem precisão específica.

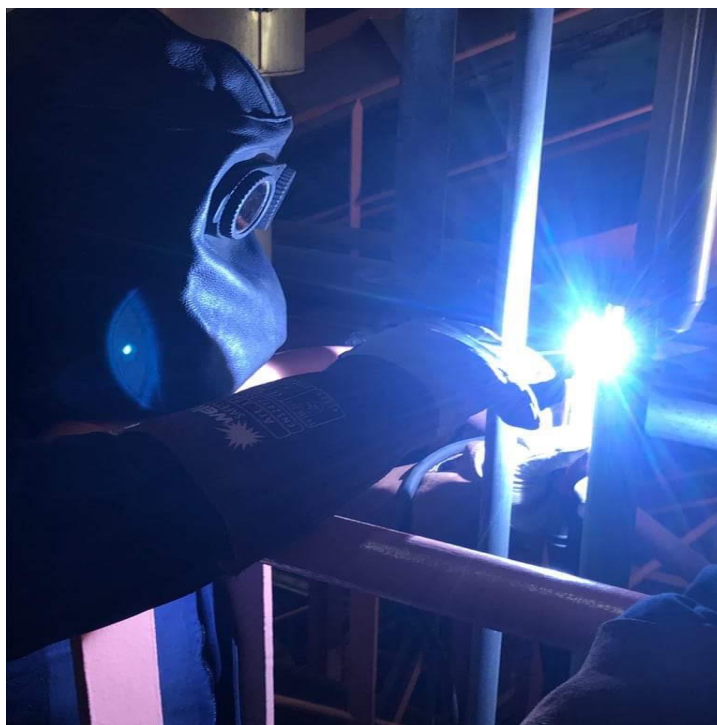
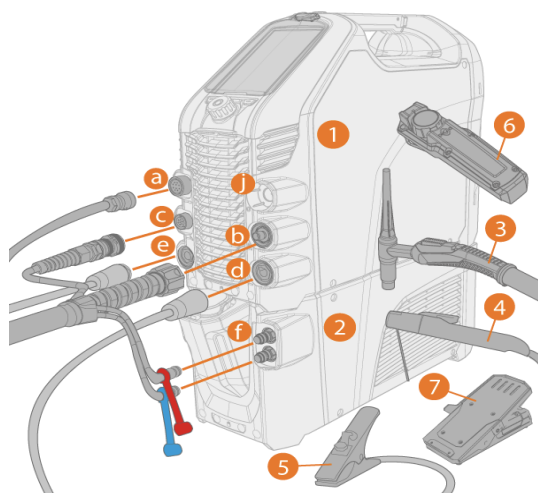


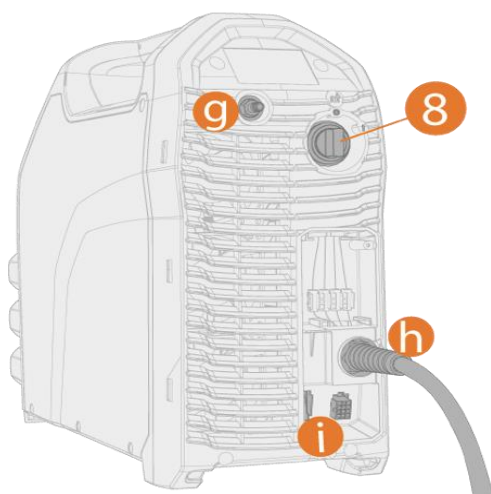
Figura 12 – Processo de soldadura de precisão com gás inerte de tungsténio

Os equipamentos de soldadura³⁹ Kemppi MasterTig, foram projetados para uso industrial profissional, com características especialmente adequadas para materiais de soldadura como alumínio e aço inoxidável. O equipamento consiste numa fonte de energia, painel de controle e unidade de arrefecimento, como se pode ver na Figura 13. A unidade de arrefecimento é usada em soldadura TIG arrefecida a líquido com a fonte de energia MasterTig, conforme se pode ver na Figura 14.



1. Fonte de energia MasterTig 235/325/335
2. MasterTig Cooler (opcional)
3. Tocha TIG
4. Suporte do eletrodo
5. Cabo e alicate terra
6. Controle remoto (com ou sem fio)
7. Controle remoto de pedal (com ou sem fio)
8. Botão ON/OFF (liga/desliga).

Figura 13 – Parte frontal de modelo de equipamento de soldar TIG



Conexões:

- a. Conector de controle remoto externo
- b. Conector do cabo de soldadura TIG
- c. Conector do cabo de controle
- d. Conector DIX (-)
- e. Conector DIX (+)
- f. Entrada e saída do líquido de arrefecimento (codificada por cores)
- g. Conexão da mangueira de gás
- h. Cabo de alimentação
- i. Conexão da unidade de arrefecimento
- j. Suporte vazio para conector DIX não utilizado

Figura 14 – Parte traseira de modelo de equipamento de soldar TIG

As fontes de energia multiuso MasterTig são adequadas para soldadura MMA, soldadura TIG e soldadura TIG pulsada com corrente contínua (CC) e, dependendo do modelo selecionado, corrente alternada (CA).

³⁹https://userdoc.kemppi.com/om/mastertig/en/content/topics/a_introduction/equipment-description.htm, consultado em 11 de novembro de 2019

3.1 Gás (Árgon)

Árgon⁴⁰, é um gás inerte com baixo potencial de ionização, baixo potencial de oxidação e baixa condutividade térmica. De acordo com Dillenbeck and Castagno, a alta densidade do árgon em comparação com os outros gases (1,38 em relação ao ar) promove uma maior eficiência de proteção, porque o árgon facilmente substitui o ar em torno da solda. Por ser um gás inerte a proteção à base de árgon promove retenção de elementos de liga no cordão de solda, deixando o cordão de solda livre de inclusões, melhorando as propriedades mecânicas. Além disso, facilita a abertura do arco, melhora a estabilidade em baixas correntes, além de permitir transferência “spray”.

3.2 Normas e Padrões de soldadura

Vários padrões e normas internacionais, aplicam-se aos processos de soldadura, à estrutura, às características das máquinas e consumíveis de soldadura que contêm definições, instruções e restrições para procedimentos e estruturas de máquinas para aumentar a segurança de processos e máquinas e garantir a qualidade dos produtos. Por exemplo, o padrão geral para máquinas de soldadura a arco é IEC 60974-1⁴¹, e para os consumíveis é referido nas fichas de segurança e qualidade de cada fabricante, como por exemplo o da empresa ESAB⁴²

3.3 Técnica de soldadura

A soldadura TIG é usada em locais onde a aparência da soldadura é importante. Isso apresenta requisitos especiais para a precisão do trabalho de soldadura. Além disso, a soldadura TIG é mais exigente porque há mais problemas a serem controlados nessa técnica de soldadura do que nas outras técnicas. A soldadura TIG é feita com um movimento da tocha. O material de enchimento pode ser alimentado na solda, gota a gota ou continuamente, mantendo o fio de enchimento constantemente na solda derretida. Um soldador TIG deve, portanto, controlar com precisão os dois braços e um não pode ser usado para apoiar a tocha como na soldadura MIG / MAG, conforme se pode ver na Figura 12. Esses requisitos especiais tornam a soldadura TIG mais difícil, principalmente no começo. No entanto, os braços logo se ajustarão aos caminhos de movimento exigidos na soldadura e a soldadura TIG tornar-se-á rotina. No entanto, a soldadura TIG exigente

⁴⁰https://www.researchgate.net/profile/Demostenes_Ferreira_Filho/publication/264844132_INFLUENCIA_DO_TIP_O_DE_GAS_DE_PROTECAO_DA_SOLDAGEM_MIGMAG_NA_QUALIDADE_DO_CORDAO_DE_ACO_IN_OXIDAVEL/links/540c631d0cf2f2b29a377e8a.pdf, consultado em 19 de novembro de 2019

⁴¹<https://www.nema.org/Standards/ComplimentaryDocuments/60974-1.pdf>, consultado em 1 de novembro de 2019

⁴²<http://assets.esab.com/asset-bank/assetfile/12286.pdf>, consultado em 1 de novembro de 2019

geralmente é feita por um soldador especializado em soldadura TIG, conforme se pode ver na Figura 4.

4 CONTEXTUALIZAÇÃO

4.1 Apresentação da Empresa

A empresa Fervapor - Lda, é uma pequena e média empresa no ramo da Metalomecânica, constituída em 1985 por profissionais que trabalharam longos anos na firma “Babcock & Wilcox Portuguesa”, que posteriormente deu lugar à EQUIMETAL - Divisão do Porto e que em 1985 encerrou a sua atividade.

Enquadra-se atualmente e de acordo com o Instituto Nacional de Estatística (INE), na Classificação Portuguesa das Atividades Económicas, na Rev. 3, que tem por objetivos principais:

- Classificação e agrupamento das unidades estatísticas produtoras de bens e serviços (com ou sem fins lucrativos), segundo a atividade económica;
- Organização, de forma coordenada e coerente, da informação estatística económico-social, por ramo de atividade económica, em diversos domínios (produção, emprego, energia, investimento, etc.);
- Comparabilidade estatística a nível nacional, comunitário e mundial.

Especificamente a este CAE-R3,⁴³ é-lhe atribuído o 33110, conforme se pode ver na tabela 16, que compreende a reparação e manutenção dos produtos metálicos (exceto máquinas e equipamentos) na secção D – Eletricidade, gás, vapor, água quente e fria e ar frio da Divisão 33.

Tabela 16 – Classificação CAE R3 da Fervapor - Lda

DIVISÃO*	GRUPO*	CLASSE**	SUBCLASSE	DESIGNAÇÃO
			32994	Fabricação de equipamento de protecção e segurança
			32995	Fabricação de caixões mortuários em madeira
			32996	Outras indústrias transformadoras diversas, n.e.
33				Reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos
	331			Reparação e manutenção de produtos metálicos, máquinas e equipamentos
		3311	33110	Reparação e manutenção de produtos metálicos (excepto máquinas e equipamentos)
			3312	Reparação e manutenção de máquinas e equipamentos
			3313	Reparação e manutenção de equipamento electrónico e óptico
			3314	Reparação e manutenção de equipamento eléctrico
			3315	Reparação e manutenção de embarcações
			3316	Reparação e manutenção de aeronaves e de veículos espaciais
			3317	Reparação e manutenção de outro equipamento de transporte
			3319	Reparação e manutenção de outro equipamento
	332		3320	Instalação de máquinas e de equipamentos industriais

Todos os atuais sócios possuem vastos conhecimentos e experiência no fabrico, instalação e reparação de caldeiras e outros recipientes sob pressão, assim como de execução de tubagens para todo o tipo de fluídos, incluindo vapor de alta e baixa pressão e Termo fluídos.

⁴³ https://www.ine.pt/ine_novidades/semin/cae/CAE_REV_3.pdf

Ao longo da sua existência, a Fervapor - Lda tem prestado serviços de reparação e instalação de caldeiras e outros recipientes, ao nível industrial. Neste contexto, tem trabalhado com todas as grandes empresas que a nível nacional utilizam estes sistemas.

Mais recentemente, tem efetuado por subempreitada, instalações de gás natural em tubo de aço.

As instalações adquiridas em 1996, possui uma área total coberta de 640 m², com um pé direito útil de 5 metros e 660 m² de área descoberta. Permitem uma maior capacidade de fabrico e a montagem de peças ou partes de maior dimensão.

A Fervapor - Lda dedica-se à reparação de caldeiras em oficina ou em estaleiro, fabrico no todo ou partes de recipientes sob pressão, economizadores, sobre aquecedores e depósitos.

Presta ainda serviços de montagem e interligações de todo o tipo de tubagens em aço para todos os fluídos, de alta e/ou baixa pressão, onde estes serviços são realizados.

Quando necessário ou solicitado, construímos nas nossas instalações pequenas equipamentos ou partes deles, condicionados pelas dimensões, meios de movimentação ou transportes rodoviários.

Atualmente, a hierarquia da Fervapor - Lda, está organizada por quatro sócios gerentes com competências específicas entre si, dois departamentos externos que são da contabilidade e da organização de saúde e segurança, e seis departamentos com funções distintas. Porém, todos os departamentos respondem diretamente à gerência conforme se pode ver na Figura 15.

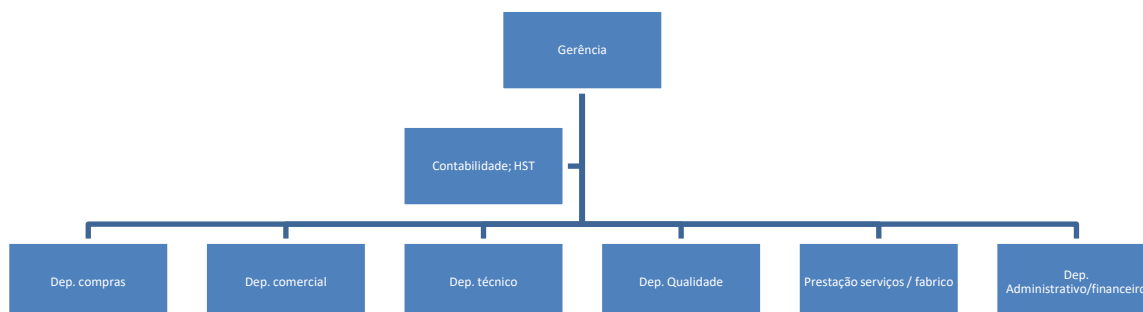


Figura 15– Organograma funcional da Fervapor - Lda

No total, a empresa é constituída por vinte e oito colaboradores, e a faixa etária do colaborador mais novo é de 29 anos e o mais velho de 79 anos. A faixa etária dos 51-60 anos, é a faixa que engloba maior percentagem de trabalhadores. Imediatamente a seguir e por ordem decrescente, é a faixa dos 41-50 anos, 31-40 anos, 61-70 anos, 71-80 anos e por fim a idade dos 20-30 anos, conforme se pode ver na Figura 16.

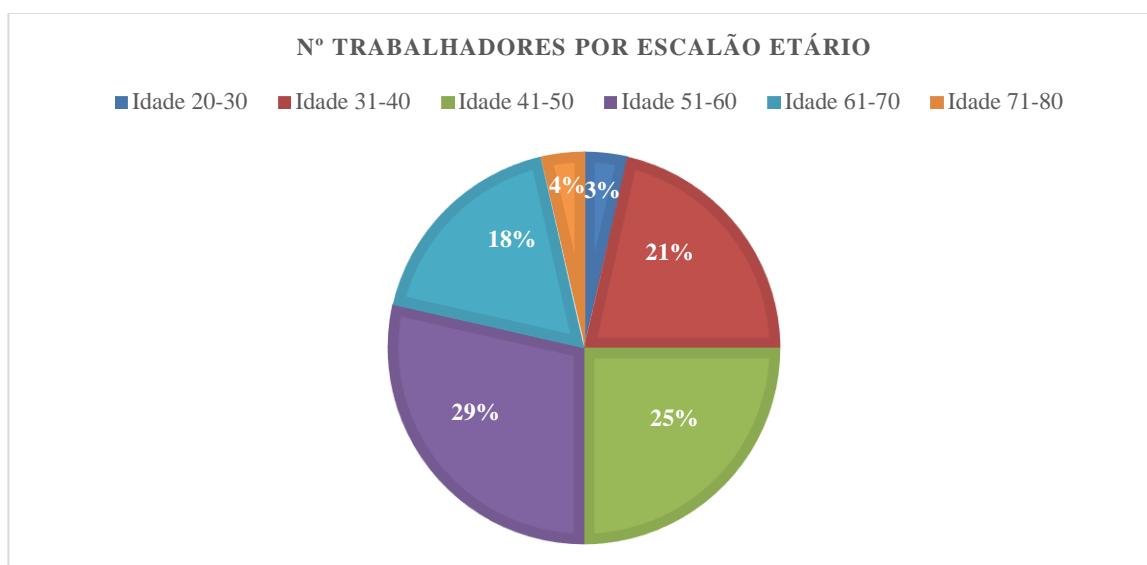


Figura 16 – Número de trabalhadores por escalão etário

Já no que diz respeito à distribuição dos colaboradores, o departamento dos serviços/fabrico, absorve mais de metade da totalidade dos colaboradores, seguido por ordem decrescente o departamento da gerência e de ajudantes, a qualidade e com o mesmo valor os restantes departamentos administrativo/financeiro, compras e técnico conforme se pode ver no Figura 17.

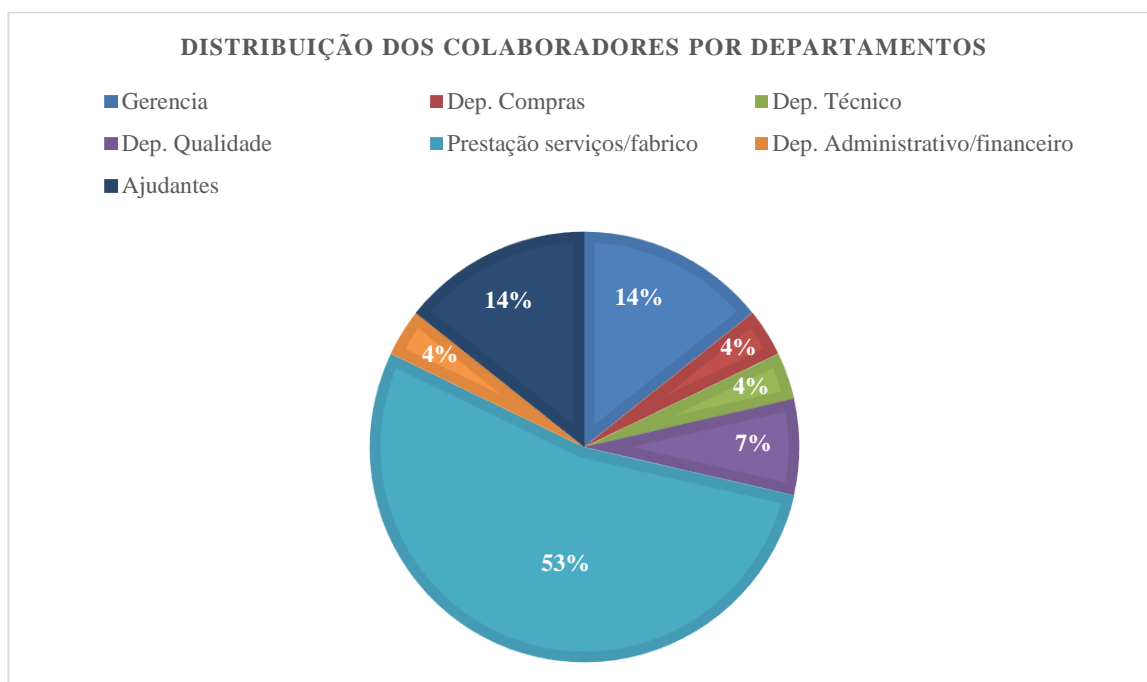


Figura 17 – Distribuição dos colaboradores por departamentos

Na componente da especialização, são cinco o número de soldadores na empresa e onze os serralheiros que apoiam direta ou indiretamente a tarefa do soldador, que corresponde 31% e 69% respetivamente conforme se pode ver na Figura 18.

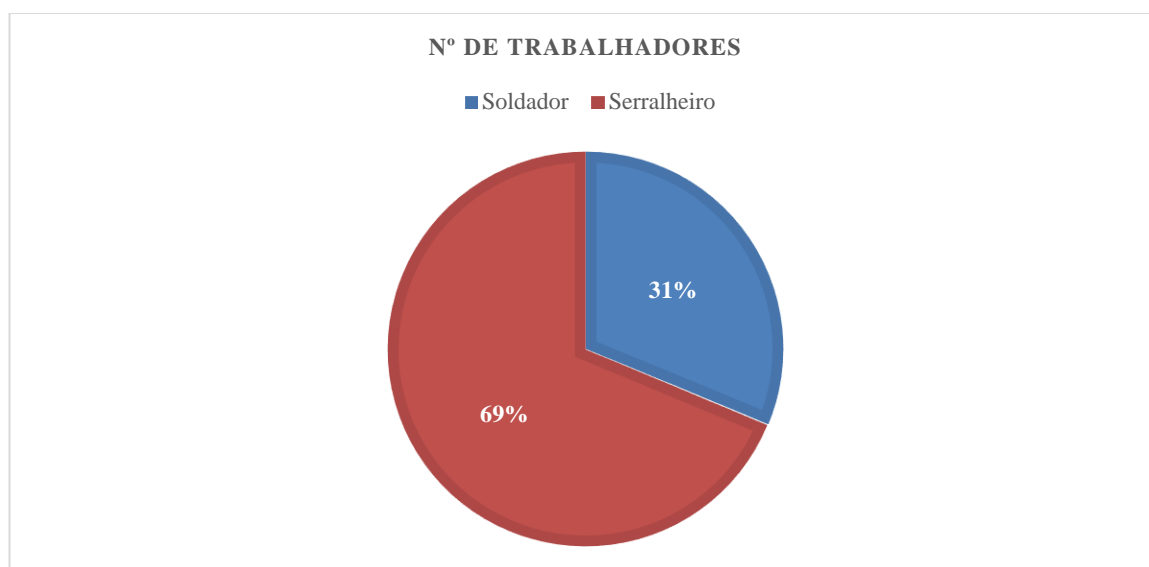


Figura 18 – Distribuição do número de trabalhadores especializados

4.2 Conceitos básicos de ordem tecnológica

Para a elaboração deste trabalho, realizou-se uma pesquisa sobre a atividade da metalomecânica e da metalúrgica em Portugal, de modo a perceber qual a importância histórica e económica a nível mundial, e mais precisamente em Portugal.

Com a realização de pesquisas em bases científicas como A SCOPUS, Scielo, ScienceDirect, livros académicos, legislação nacional, normas e na internet, facilmente chegamos à conclusão que esta atividade é considerada de risco elevado pelos fatores que foram analisados.

Paralelamente, os indicadores obtidos através de instituições financeiras, dados governamentais, e também das principais associações empresariais, apercebemos que atualmente no panorama nacional e internacional, a atividade metalomecânica e metalúrgica está em expansão com resultados económicos favoráveis para as empresas nacionais e para a economia nacional.

Constata-se carência na mão de obra especializada, cujo formações académicas não acompanham a evolução que o mercado exige, mas verifica-se pela positiva que o investimento, apesar de ser tímido, tem vindo a evoluir. Os indicadores estatísticos indicam pela negativa, que os acidentes de trabalhos ainda ensombrarem os dados da atividade industrial em Portugal e é transversal a todos os setores de atividade.

Os acidentes de trabalho das empresas deverão ser investigadas e registadas as causas das mesmas, para prevenir futuras ações de formação e métodos de trabalho.

A contratação de mão de obra especializada através das empresas de trabalho temporário, a legislação obriga a estas empresas a terem seguros de acidentes de trabalho para os seus colaboradores. Um trabalhador neste enquadramento laboral, se tiver um acidente de trabalho enquanto subcontratado de outra empresa durante um tempo definido no contrato, irá constar o registo do acidente de trabalho na empresa de trabalho temporário e não numa entidade executante,

o que na realidade desvirtualiza a realidade das entidades executantes que deverão ter a responsabilidade pela realização do trabalho. As entidades executantes, deverão realizar ações de acolhimento ao nível da formação da HSST e da explanação dos trabalhos a realizar para prevenir potenciais acidentes.

Assim sendo, a análise dos relatórios dos anexos D validados através da entrega à entidade competente GEP, verifica-se que apesar da pouca ocorrência de acidentes, a gravidade dos mesmos implicou a ausência dos trabalhadores por longos períodos.

4.3 Enquadramento Legal e Normativo

A lei n.º 102/2009 de 10 de Setembro⁴⁴, refere-se no “*Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho*”, na secção II, artigo 5º, Princípios gerais que “o trabalhador tem direito à prestação de trabalho em condições que respeitem a sua segurança e a sua saúde, asseguradas pelo empregador ou, nas situações identificadas na lei, pela pessoa, individual ou coletiva, que detenha a gestão das instalações em que a atividade é desenvolvida”.

Também a portaria n.º 702/80 de 22 de Setembro⁴⁵, através da sua secção II (Deveres das partes) e mais especificamente no artigo 3.º (Deveres da entidade patronal), na sua alínea b) “*Adotar as medidas necessárias, de forma a obter uma correta organização e uma eficaz prevenção dos riscos que podem afetar a vida, integridade física e saúde dos trabalhadores ao seu serviço*”, alínea g) “*Informar os trabalhadores dos riscos a que podem estar sujeitos e das preocupações a tomar, dando especial atenção aos casos dos admitidos pela primeira vez ou mudados de posto de trabalho*”. Por fim, a alínea h) “*Promover uma conveniente informação e formação em matéria de higiene e segurança do trabalho para todo o pessoal ao seu serviço*”.

Também o Decreto Regulamentar n.º 76/2007 de 17 de julho, refere-se às doenças profissionais.

Este decreto é justificado pela necessidade de acompanhar a evolução das ciências médicas nos últimos anos e também adequar a lista das doenças profissionais às diversas listas homólogas existentes nos Estados Membros da União Europeia.

Está definido neste decreto regulamentar, o código 41.03 em que os fatores de risco identificados como radiações ultravioletas, tem como doenças ou outras manifestações clínicas e caracterização (prazo indicativo) entre 15 dias e 30 anos, doenças do tipo queratoconjuntivite, Pterigeon, Cataratas, Dermatite (eritema; queimadura solar), Fotodermatites, Lesões pré-malignas da pele (queratose actínica; queratoacantomas), Epiteliomas malignos da pele e melanoma maligno.

Este tipo de doenças ou manifestações clínicas, ocorrem nomeadamente em trabalhos suscetíveis de provocar a doença em trabalhos de soldadura, utilização de lâmpadas de radiações ultravioletas, trabalhos de laboratório e de esterilização, trabalhos no exterior e com exposição à luz solar (agricultores, pescadores, marinheiros, construção civil, paisagistas, nadadores salvadores,

⁴⁴ http://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_mostra_articulado.php?nid=1158&tabela=leis, consultada em 28 de novembro de 2019

⁴⁵ <https://dre.pt/application/conteudo/460474>, consultado em 28 de novembro de 2019

desportos profissionais,...), processos de secagem e tratamentos (impressores; litógrafos; pintores; tratadores de madeira, trabalhos plásticos).

Neste estudo específico, pretende-se analisar o enquadramento normativo associado ao equipamento de proteção ocular na soldadura.

As Normas Europeia para a proteção ocular⁴⁶ na soldadura são:

BS EN 169:2002 - Filtros de soldadura

BS EN 175:1997 - Equipamento de trabalho para soldadura

A norma BS EN 169:2002, menciona a proteção individual dos olhos, os filtros para soldadura, as técnicas relacionadas, os requisitos de transmitância e por fim o uso recomendado.

É uma norma Europeia que especifica os números de escala e os requisitos de transmitância para os filtros determinados a protegerem os operadores que realizam trabalhos que implica soldagem, solda por brasagem, goivagem a arco e corte por jato de plasma.

Outro tipo de requisito que é aplicável a esses filtros são referidos na norma EN 166:1995. As orientações para a escolha e uso desses filtros são referidos em anexo da própria norma.

A norma BS EN 175:1997, menciona a proteção pessoal, equipamento para proteção ocular e facial durante o processo de soldadura e afins.

É uma norma Europeia que especifica os requisitos de segurança e métodos de teste para os EPI utilizados para proteger os olhos e a face do operador contra a radiação ótica prejudicial e outros riscos ou perigos específicos em operações comuns de soldadura, corte ou similares. Esta norma identifica proteção, incluindo aspetos ergonómicos contra riscos ou perigos de natureza radioativa, inflamável, mecânica e elétrica. O equipamento foi projetado para incorporar filtros de proteção, com ou sem cobertura / revestimento ocular, conforme recomendado pelo fabricante do protetor de soldadura e de acordo com a EN 166:1995 e em conformidade com a BS EN 169:2002 ou a BS EN 379:1994. Não se inclui nesta norma, as capas, as coberturas de inspeção facial, equipamentos de proteção a laser e proteção de soldadura para aplicações especiais.

A norma BS EN 379:2003 + A1, menciona a proteção individual dos olhos e filtros de soldadura automáticos. Esta especifica os requisitos de soldadura automática que alterna a sua transmitância luminosa para um valor predeterminado mais baixo quando o arco de soldadura é iniciado (conhecido como filtros de soldadura com números de escala selecionáveis). A norma também refere os requisitos para os filtros de soldadura que alternam a sua transmitância luminosa para um valor mais baixo e onde o valor mais baixo de transmitância luminosa é definido automaticamente de acordo com a iluminação gerada pelo arco de soldadura (referido como filtros de soldadura com configuração automática de número de escala). Os requisitos desta norma, aplicam-se se o filtro for utilizado para visualização contínua do processo de soldadura (incluindo soldadura e corte com gás) e se for utilizado somente durante o período em que o arco estiver a ser inflamado. Esses filtros são usados nos protetores oculares dos soldadores ou são fixos no equipamento. Se eles

⁴⁶ https://pt.vwr.com/cms/industrial_safety_european_standards_for_eye_protection, consultado em 18 de novembro de 2019

forem usados noutros protetores oculares de soldadores, outros requisitos aplicáveis são apresentados na EN 166. Os requisitos para as estruturas / suportes aos quais devem ser instalados são apresentados na BS EN 175:1997

4.4 Conhecimento Científico⁴⁷

Para a pesquisa de casos de estudos, utilizou-se a base de dados SCOPUS com a seguinte metodologia de palavras chave que foram “welding and torch” e “eye and injury and welding” que originaram quatro resultados. Verificou-se que os resultados obtidos se referem aos anos de 1989, 2006, 2009 e 2013 com uma publicação em cada respetivo ano. Escolheu-se o ano de 2006 pois corresponde ao pretendido e tinha acesso livre.

O artigo científico “*Assessment of ultravioleta (UV) Radiation from technical sources*” refere a avaliação da radiação ultravioleta de fontes técnicas. Através de investigação, verificou-se que a intensidade da radiação UV durante o processo de soldadura não linear depende da corrente elétrica e se a força da corrente é reduzida em 60%, a intensidade da radiação UVR é reduzida em 20%, com a distância à fonte que interfere, ou seja, se a distância for aumentada 10 vezes, a intensidade da radiação UV será reduzida cerca de 25 vezes. A comparação com a dose mínima de eritema é submetida. O resultado que se obteve quando a força da corrente é 315 A, a dose de radiação UV excede 1 MED, ou seja, UVA ~ 3000, UVB ~300 veze. Após ter realizado a experiência verificou-se que a radiação UV emitida por um soldador compreende cerca de 80% e UVA e cerca de 20% de UVB. Resultados obtidos em solários revelam que a radiação UV das lâmpadas compreende 98% da radiação UVA e 2% - da radiação UVB, enquanto nos raios solares que atingem a Terra, a radiação UV compreende 96% da UVA e 4% da UVB.

Para avaliação das radiações UV emitidas, foram realizadas cinco experiências pelo processo de soldadura. Em cada ponto de medição, a intensidade de UVA e radiação UVB foi medida por três vezes, mudada a distância à fonte e a força da corrente elétrica. Foi também usado parâmetros de 45A, 130A e 315A. O resultado das medições de intensidade da radiação UVA foi realizado por um radiômetro UVA – 356 HÁ, cujo sensor registra uma radiação UV na resposta espectral 320 – 400 nm. As medições da intensidade da radiação UVB foram realizadas por um radiômetro PMA 2200, cujo sensor registra a radiação UV na resposta espectral 280 – 320 nm. A sensibilidade do sensor é de 50mW/cm². O erro para a determinação da intensidade da radiação é de 10% para a UVA e UVB. Em futuras pesquisas sobre a intensidade da radiação UV, é necessário avaliar a intensidade da radiação UVC, enquanto o nível de radiação UVC é relativamente alto. Durante a investigação, a intensidade da radiação UVA e UVB foi medida o mais próximo da fonte de radiação, alterando a distância à fonte. A maneira de se reduzir a intensidade da radiação ao soldador foi através da aplicação de vários vidros. Os resultados dos testes realizados na soldadura com elétrodos de 3mm de espessura revela intensidade diferente. Durante o processo de soldadura com arco de metal, a intensidade da radiação de UV depende da temperatura do arco no ponto de

⁴⁷ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4736055/>, consultado em 12 de novembro de 2019

soldadura. Conclui-se que a intensidade da radiação UVA é 10 vezes maior que a intensidade da radiação UVB. A intensidade da radiação UV depende da intensidade da fonte, ou seja, após a redução da intensidade da fonte em cerca de 60%, a intensidade da radiação UV é diminuída cerca de 20%. A distância da fonte também influencia pois após de aumentar 10 vezes a distância, a radiação de UV diminui cerca de 25 vezes. Durante o corte, a dose de radiação UV recebida por hora excede 1 MED, ou seja, UVA é cerca de 3.000, UVB cerca de 300 vezes maior. A radiação de UV nos soldadores compreende cerca de 80% de UVA e cerca de 20% de UVB, e a radiação UV das lâmpadas dos solários compreende 98% de UVA e 2% de UVB.

Um estudo realizado por diversos departamentos, *“Assessment of health consequences of steel industry welders’ occupational exposure to ultraviolet radiation”*, nomeadamente o da escola de saúde ocupacional, a faculdade de medicina física médica e engenharia médica e a faculdade de odontologia radiologia oral e maxilofacial do Irão, avaliaram as consequências para a saúde de exposição ocupacional dos soldadores da indústria siderúrgica à radiação ultravioleta.

O uso da soldadura é um processo transversal a diversas atividades, sejam elas a indústria alimentar, à indústria aeroespacial, ferramentas de precisão ou até à construção naval.

A soldadura é uma das profissões mais perigosas que existe e estes estão expostos a diversos riscos na realização das suas tarefas.

Esta atividade resulta da união de peças metálicas com recurso a materiais de adição associadas a calor. As radiações eletromagnéticas com comprimento de onda de 100 a 400 nm são as radiações UV.

Diversos estudos evidenciaram a relação entre a exposição ocupacional e a não ocupacional em especial a da UV na soldadura e o risco de impacto à saúde, incluindo catarata (é a causa de 48% de cegueira em todo o mundo e 50-55% nos países africanos), ceratoconjuntivite, dermatite, melanoma e eritema.

Este estudo teve por base a avaliação do nível de exposição dos soldadores da indústria siderúrgica à radiação UV e investigar os impactos à saúde dessas exposições.

Para a realização do estudo, foi necessário controlar a mediação da intensidade de UV no pulso dos trabalhadores na empresa Fars Steel Company através da fabricação de diferentes tipos de estruturas de metais pesados, e usaram o equipamento que media os UV, modelo 666230 fabricado pela Leybold Co, na Alemanha.

Para a realização do estudo, foi observado um conjunto total de 400 trabalhadores, em que 200 trabalhadores estavam identificados como expostos (soldadores) e 200 trabalhadores como não expostos (escolhidos aleatoriamente com os mesmos requisitos dos soldadores, mas que não eram soldadores).

Os resultados globais obtidos, foram tratados através do software SPSS, versão 19.0, onde o teste estatístico utilizado para analisar os resultados dos sintomas foi o teste do qui-quadrado e, para comparar as características dos grupos expostos e não expostos, foram aplicados os testes *t* e qui-quadrado.

No primeiro registo que tinha características demográficas dos participantes ($n=400$), verificou-se que o requisito para o ensaio não tinha qualquer alteração significativa.

A distribuição dos sintomas da catarata nos participantes ($n=400$), houve uma alteração significativa entre os grupos expostos e não expostos no que diz respeito a dois sintomas que foi o declínio visual e a visão turva, enquanto os outros três sintomas (cefaleia, diplopia e fotofobia) não revelaram diferença significativa.

Outra verificação, foi a distribuição dos sintomas de ceratoconjuntivite nos participantes ($n=400$), mostraram-se diferentes e onde se inclui quatro sintomas estudados entre os grupos exposto e não expostos, que incluem vermelhão e inflamação da pele, descamação da pele, queratose actínica e prurido cutâneo mostraram-se significativamente diferentes.

A distribuição dos sintomas da melanoma nos participantes ($n=400$), não apresentaram diferenças significativas.

A comparação nos dois grupos dos sintomas da catarata revelou que o declínio visual e a visão turva no grupo de soldadores são mais comuns que os não soldadores.

Conclui-se com os resultados obtidos que o período recebido pelos soldadores foi muito superior ao valor padrão. Para se reduzir ao aparecimento de doenças oculares e cutâneas nos soldadores, é vital a diminuição do tempo de exposição, controle de radiação de UV e uso de equipamentos de proteção individual.

É também sugerido que os soldadores devam participar em cursos de formação relacionados com danos provenientes de UV nos olhos e na pele, verificação regular da capacidade visual de modo a evitar lesões nos mesmos.

4.5 Objetivos da Dissertação

O setor Metalúrgico e da Metalomecânica, é um setor de risco elevado de acordo com a legislação nacional. O objetivo deste trabalho, é perceber o porquê dos acidentes de trabalhos na empresa acolhedora e qual o nível de lesão no corpo do trabalhador.

É definido como estudo, a lesão ocular que em 2018 teve cinco ocorrências. Para isso, o trabalho passa por conhecer o setor da Metalomecânica e da Metalurgia, através do acompanhamento dos trabalhadores deste setor e perceber porque é considerado um setor de risco elevado. Neste contexto, definiu-se como objetivo proceder à análise dos acidentes de trabalho, em especial os acidentes oculares dos soldadores, e não menos também importante, a lesão do ajudante do soldador, que juntamente com este, também está exposto e em complemento realiza a tarefa de preparação do trabalho através da rebarbagem que é nada menos o desbaste de ferro por ação mecânica e projeta pequenos fragmentos metálicos e incandescentes.

Através da análise da atividade, é perceber se os equipamentos de proteção do soldador e que estão ao dispor deste, nomeadamente os óculos e as máscaras, são usados na maneira mais correta de acordo com as instruções dos fabricantes, ou se eventualmente por falta de formação ou conhecimento, potenciam um eventual acidente de trabalho. Acontecem situações de trabalho que

a falta de formação, origina ao longo do tempo um saber errado dos processos e que passa na perspectiva de cada um como sendo o mais correto.

Através da análise dos dados obtidos, e da recolha da informação técnica dos EPI, iremos comparar com as normas dos equipamentos, ajustar procedimentos de formação nos colaboradores para o correto uso e adaptabilidade ao trabalhador.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Materiais e Métodos

Para a realização deste estudo de tese, existiu a necessidade de se perceber a função de um operário da atividade da Metalurgia e Metalomecânica no seu dia a dia.

Munimos o estudo com pesquisa teórica da atividade de modo a percebermos os termos técnicos de como se unia o metal através do processo de soldadura e associados a bases de dados científicas para melhor enquadramento.

Acompanhou-se um trabalhador durante uma semana de trabalho, correspondente a 40 horas semanais de trabalho, oito horas diárias, durante a época do ano correspondente ao Outono em que as temperaturas rondaram os 18^o48C.

Com a devida autorização da empresa acolhedora, foi permitido o acompanhamento diário junto de um soldador masculino, idade compreendida dos 41 50 anos e à qual se recolheu alguns elementos básicos nomeadamente ao nível da saúde que se constatou ser fumador regular, consome esporadicamente álcool, não usa óculos e nem lentes de contacto, sem registo de doenças oncológicas ou de outro tipo. Ao nível das habilitações académicas, possui o 9º ano de escolaridade e não frequentou qualquer tipo de curso de formação profissional associado à atividade.

Antes do início do acompanhamento foi disponibilizado EPI que resumiram-se ao fardamento tradicional, ou seja, casaco e calça 100% algodão (o fardamento não tem característica ignífuga), t-shirt de manga curta 100% algodão, um capacete marca 3M série 3000, um par de botas com biqueira de aço, um par de óculos da marca Bollé modelo Bandido, um par de luvas denominado por “tipo chefe” (sempre que necessário poderiam ser substituídas) e uma máscara descartável FFP2 com válvula respiratória.

Os EPI do soldador, evidenciam outra adaptação, nomeadamente a máscara e as luvas. A máscara é de tamanho único (não foi perceptível identificar o fabricante), de acordo com a informação recolhida junto do trabalhador e do responsável do departamento de compras da empresa e as luvas eram apropriadas para TIG pela temperatura que atinge a soldadura.

Antes da realização da soldadura, existe um procedimento que é realizado através de outro colaborador que procede à preparação das peças a soldar e que assumem formas diferentes entre si, como por exemplo o caso da Figura 4, Figura 10 e Figura 11.

Visto que o EPI ocular não era o adequado (EN 166) para o acompanhamento, foi substituído por uma máscara igual ao do soldador (EN 169:2003) que no momento era o número 10.

Não foi possível o uso das recomendações da tabela 14, pelo fato de só existir vidros com escurecimento nº 10 e nº13.

48

<http://www.ipma.pt/resources.www/data/clima/mapas.graficos/20191114/jnukRXcbwdBJQiRYREfl/mttme201910.jpg>, consultado em 25 de novembro de 2019

Pelo fato de não possuir equipamento de registo para as medições, alternou-se para a mesma tarefa, os vidros de escurecimento de modo a ter percepção do arco de soldadura. Constatou-se o que refere a norma EN 169:2002, que a medida que aumenta o número de “*shading*” aumenta o seu escurecimento. A amperagem não foi alterada pelo fato de o soldador considerar que a amperagem influencia a soldadora, ou seja, e de acordo com a experiência dele, as características reais do material não permitiam a fusão dos dois pontos metálicos com amperagem elevada.

A luz provocada pela soldadura é de tal modo intensa que não será possível olhar diretamente sem proteção mais do que uns segundos e após a exposição sem proteção, a ausência/diminuição de visão é superior só dobro da exposição sem proteção.

Com a transição da primeira noite para a segunda, constatou-se alguns dos sintomas referidos anteriormente que foram do tipo lacrimejamento associado a dor intensa, sensação de areia nos olhos, sensibilidade à luz.

Outra evidência constatada no segundo dia, foi o escurecimento dos punhos da mão pelo fato de estas não estar devidamente tapadas. O fato da luz intensa provocada pelo ato da soldadura, os casacos que originalmente têm a cor azul escuro, ficam gradualmente esbranquiçado acabando por enfraquecer a resistência do tecido e rasgar.

PARTE 2

6 RESULTADOS

Os registos de acidentes de trabalho foram obtidos junto da gerência da Fervapor – Lda, que através da empresa de serviços externos que organiza os seus serviços de segurança e saúde no trabalho, procederam à elaboração dos Relatórios Anuais da Atividade dos Serviços de Segurança e Saúde no Trabalho (Anexo – D), no período de laboração do ano de 2009 até ao ano de 2018, conforme se pode ver na Figura 20.

Com os dados obtidos e reportados dos Anexos D, nos últimos 10 anos, verifica-se que a média anual de acidente se situa em 2,9 acidentes por ano. Porém, o número médio anual de dias perdidos é de 82,3 dias.

Durante o período de análise, verifica-se uma flutuação de trabalhadores vinculados por contrato de trabalho e de outros trabalhadores a trabalhar na unidade local (estabelecimento), conforme se pode ver na Figura 19 em anexo. Esta variação de trabalhadores deve-se ao fato da empresa, como referido anteriormente ser uma empresa prestadora de serviços externos, e pontualmente tem necessidade de contratar mão-de-obra suplementar para fazer face ao pedido de encomendas dos clientes.

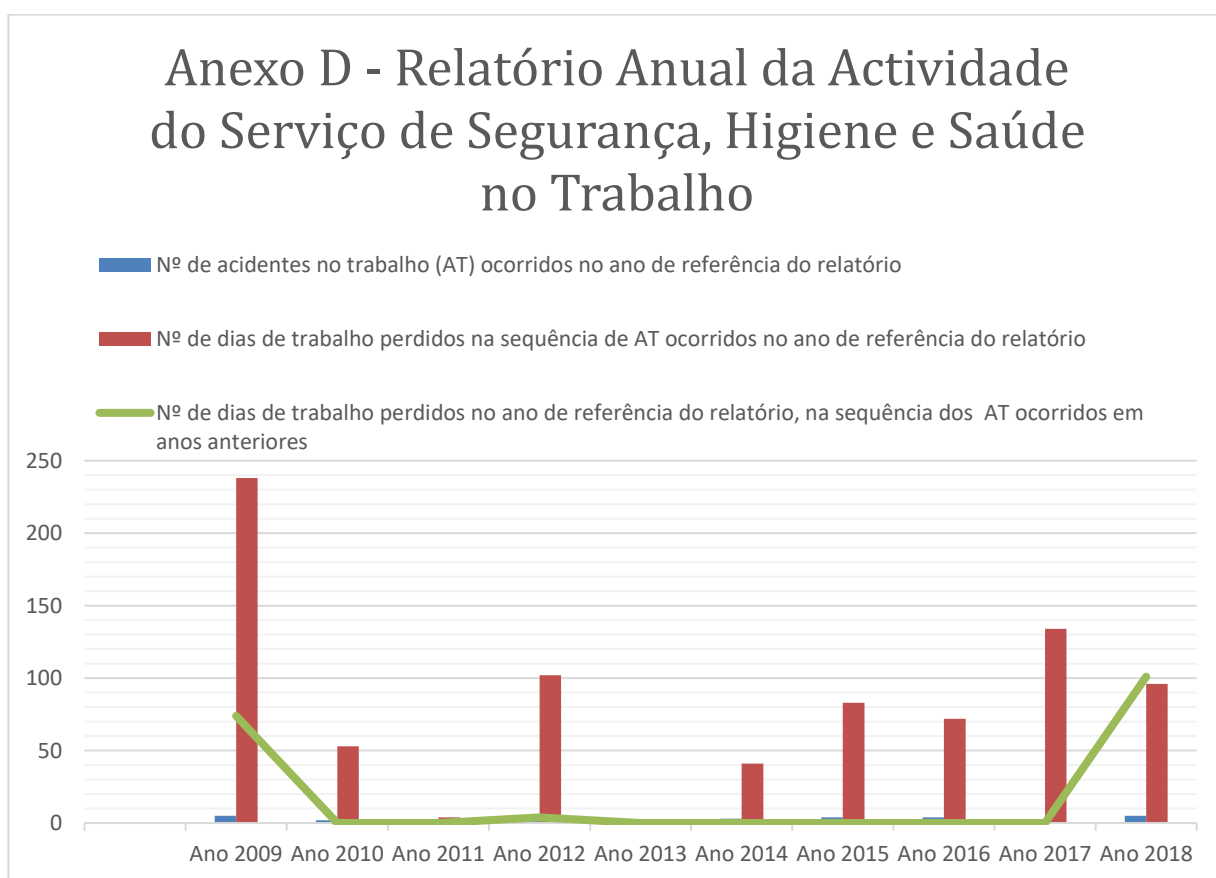


Figura 19 - Relatório anual da atividade do serviço de HSST da Fervapor - Lda

Para a contabilização dos acidentes de trabalho, considerou-se o número de acidentes de trabalho e de dias de trabalho perdidos com baixa, segundo o escalão de duração da baixa. Esse escalão

refere perda inferior a um dia (sem lugar a baixa), um a três dias de baixa, quatro a trinta dias de baixa, superior a trinta dias de baixa e os acidentes mortais.

É contabilizado o número de AT ocorridos no ano de referência do relatório, o número de dias de trabalho perdidos na sequência de AT ocorridos no ano de referência do relatório e o cálculo de número de dias de trabalho perdidos no ano de referência do relatório, na sequência dos AT ocorridos em anos anteriores. No período de 2009 a 2017 inclusive, os registos de acidentes eram contabilizados como um dado para elaboração dos relatórios, sem ser realizado investigação ao acidente de trabalho.

A consequência de uma má postura de trabalho com limitação momentânea do uso da força muscular, era considerada para a entidade como tendo a mesma gravidade como por exemplo, a quebra de um braço, e desde que o colaborador considerasse que deveria ir ao centro hospitalar, a empresa aceitava como normal e realizava a respetiva participação.

A partir de 2018, a empresa iniciou o processo de registo de acidentes de trabalho com a atribuição de novas funções a um colaborar interno com formação académica de nível 6, em complemento com a empresa de serviços externos.

Os dados analisados (e únicos com registo discriminados), identificam que no ano de 2018, dos 5 acidentes de trabalhos identificados, estes registaram-se do seguinte modo, conforme se pode ver na tabela 17.

Tabela 17 – Parte do corpo humano atingida no ano 2018

Parte do corpo humano atingida	Número de lesões
Cabeça, exceto olhos	0
Olho (s)	3
Tronco, exceto coluna	2
Coluna vertebral	0
Pé(s), exceto dedos	0
Localizações simples	0

Dos 3 trabalhadores que tiveram lesões oculares, um deles teve incapacidade inferior a 1 dia, os restantes tiveram incapacidade entre 1 a 3 dias de baixa. Para assegurar a conformidade da proteção de dados dos trabalhadores, serão identificados como trabalhador A, trabalhador B e trabalhador C. A lesão do trabalhador A, na qualidade de soldador, ocorreu segundo relatório interno apurado junto do trabalhador que informou na finalização do processo de soldadura, retirou a máscara de proteção para verificar a qualidade do trabalho realizado, que por reação térmica, ocorreu um desprendimento de fragmento de solda e atingiu a vista direita. Pelo fato do fragmento ter atingido a vista com temperatura, deslocou-se a uma unidade hospitalar que após tratamento e por medida preventiva foi-lhe atribuída incapacidade temporária de 1 a 3 dias.

A lesão do trabalhador B, na qualidade de ajudante de soldador, ocorreu segundo relatório interno apurado junto do trabalhador que informou, o local onde se encontrava ser considerado espaço confinado, a posição física para realizar a tarefa não lhe permitiu adotar corretamente a proteção ocular (realizou a tarefa sem óculos de proteção) atingindo-o com pequenos fragmentos metálicos.

A lesão do trabalhador C, na qualidade de soldador, ocorreu segundo relatório interno apurado junto do trabalhador, informou que tomou uma posição física pouco adequada (decidiu soldar uma estrutura no chão) ficando exposto à consequência da tarefa que outro colaborador ao lado estava a realizar. Por consequência, pequenos fragmentos metálicos passaram por cima da cabeça e o interior da máscara, atingiram os olhos. Após deslocação à unidade hospitalar, foi-lhe atribuída incapacidade temporária superior a três dias com reavaliação sete dias depois do dia do acidente. Em 2018, a empresa realizou o total de 22311 horas efetivas trabalhadas (incluindo as suplementares) durante o ano.

O número de dias de trabalho perdidos na sequência de AT ocorridos no ano de referência (2018) deste relatório, foram de 96 dias.

Entende-se como Tf como sendo o número de acidentes com baixa ocorridos num ano.

Para o cálculo das taxas de frequência (Tf) dos acidentes de trabalho não mortais, realizou-se o cálculo segundo a fórmula:

$$Tf = \left(\frac{N.º \text{ de acidentes de trabalho com baixa}}{N.º \text{ horas efetivamente trabalhadas}} \right) \times 1.000.000 ,$$

tendo obtido o valor de 224,1.

Para o cálculo das taxas de gravidade (Tg) dos acidentes de trabalho não mortais, realizou-se o cálculo segundo a fórmula

$$Tg = \frac{N.º \text{ dias perdidos}}{N.º \text{ horas efetivamente trabalhadas}} \times 1.000.000 ,$$

tendo-se obtido o valor de 4302.81.

Entende-se como Tg o número de dias úteis perdidos.

Referente aos anos anteriores em análise, consegue-se identificar o total de horas e analisar a evolução da taxa de frequência e da taxa de gravidade, conforme se pode ver na tabela 18.

Tabela 18 – Número de trabalhadores com vínculo laboral e trabalhadores por conta de outrem por anos

Ano	Trabalhadores vinculados por contrato de trabalho	Outros trabalhadores a trabalhar na unidade local	Total
2009	22	0	22
2010	24	9	33
2011	21	0	21
2012	18	0	18
2013	18	0	18
2014	18	42	60
2015	31	0	31
2016	51	37	88
2017	29	23	52
2018	27	5	32

Verifica-se que o Tf oscila entre o zero e os 134.46 e o Tg oscila entre zero e os 6400.26.

Os dados obtidos anteriormente do GEP, referente aos acidentes de trabalho no ano de 2017, refere que o número de acidentes da Atividade Económica - Secção C – Divisão 25 do CAE-Rev.3, a

taxa de incidência situa-se em 2,9 por cada 100 000 trabalhadores a nível do continente. Os dados analisados referem que a empresa registou uma taxa de incidência de 8,5 por cada 100 000 trabalhadores, que representa uma média superior à média nacional, conforme se pode ver na tabela 19

Tabela 19 – Variação da taxa de frequência e da taxa de gravidade

Ano	N.º total de horas efetivamente trabalhadas	N.º acidentes	Tf	Tg
2009	37186	5	134.46	6400.26
2010	39552	2	50.57	1340.01
2011	32369	1	30.89	123.58
2012	48477	3	20.63	2104.09
2013	40122	0	0	0
2014	39776	3	75.42	1030.77
2015	47440	4	84.32	1749.58
2016	59653	4	67.05	1206.98
2017	23540	2	84.96	5692.44
2018	22311	5	224.1	4302.81

7 DISCUSSÃO

Analizando a componente teórica da atividade com o aprofundamento de conhecimentos, e o acompanhamento de um soldador, foi possível ter percepção real das necessidades para a proteção de um soldador.

A metalomecânica é considerada como uma atividade de risco elevado devido às consequências que acarretam para os trabalhadores seja ao nível físico e/ou ao nível psicológico.

A análise das empresas, que por vezes passam pela perspetiva do custo a curto prazo no investimento das proteções de segurança que dão aos trabalhadores, relegam para segundo plano, os custos que terão na eventualidade de um acidente de trabalho com o trabalhador, sem ser previsível o tempo de incapacidade que terá e o impacto económico negativo para a mesma.

Foi possível quantificar o custo do EPI do soldador em comparação com o custo do EPI do ajudante quando realizam a mesma tarefa. Pelo fato do ajudante não soldar, este posiciona-se na envolvimento do soldador para auxílio de qualquer eventualidade, o que faz que esteja de igual modo exposto que o profissional. Foi possível quantificar os EPI identificados, nomeadamente o casaco 100% algodão que custa aproximadamente 38€, a máscara de soldar passiva com o custo aproximado de 75€, se for o caso da máscara de proteção ativa, este valor será de aproximadamente 450€ e um casaco de cabedal terá o custo de aproximadamente 100€.

Os acidentes nem passam pela culpa da entidade patronal, que por vezes economicista, é considerada culpada por não proteger os trabalhadores. O revés da questão, passa pela componente trabalhador, que se analisarmos o peso de um casaco de 110% algodão terá o peso aproximado de um quilograma, o casaco terá aproximadamente o peso de quatro quilogramas. O peso parece pouco numa primeira análise, mas se considerarmos o uso diário das oito horas, será desconfortável ao fim de alguns dias, para falar em eventual agravamento de postura esquelética. O mesmo se passa com a máscara de soldar e passiva, que assume pesos aproximados.

Alguns dos acidentes, tem origem por culpa dos trabalhadores que negligenciam os EPI em virtude da avaliação do tipo de tarefa a realizar, considerando-os “enfadonhos” e por vezes exagerados.

A formação e informação para avaliação do trabalho através de uma correta planificação, é importante para a realização dos trabalhos em segurança.

8 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

8.1 Conclusões

A realização deste trabalho, permite analisar a atividade da metalomecânica e da metalurgia em três perspetivas ao longo do tempo, que é o surgimento da atividade na fase da revolução industrial, a preocupação para com os trabalhadores com a saúde e segurança do trabalho dos mesmos com a criação de medidas protecionistas e o surgimento de entidades reguladores e de acompanhamento, e por fim a atualidade, com a expansão da atividade, carece de certo modo com a falta de trabalhadores qualificados e por consequência a existência de acidentes de trabalho que por vezes tem origem na falta de formação e informação dos perigos e riscos associados.

Atualmente, e com a evolução de equipamentos específicos para a atividade, nomeadamente na tarefa de unir peças metálicas através do processo da soldadura, a condição segurança do trabalhador é tida em causa como fator importante na saúde e segurança do mesmo. A importância deste conjunto de trabalhadores que ocasionalmente é de tal modo minuciosa com a realização de procedimentos END⁴⁹ para verificação da qualidade da fusão do metal, torna ainda mais importante o fator de segurança ocular dos mesmos. A obrigatoriedade legislativa para o uso específicos de EPI e o desenvolvimento dos mesmos, nomeadamente na proteção ocular, com máscaras ativas e máscaras passivas, que exercem segurança fundamental para a preservação do fator ocular, é importante que os trabalhadores percebam a importância da variedade e uso específico dos mesmos. Na componente passiva, que exige mais conhecimentos técnicos da envolvente dos equipamentos, que nem sempre é compreendida pelos mesmos porque a experiência ao longo do tempo, levou a limitações de uso de outros modelos de proteção ocular. Como consequência a degradação visual, fator aliado ao evoluir da idade associado aos conhecimentos limitados do uso de EPI, potencia à antecipação de doenças profissionais e à degradação da qualidade de vida do trabalhador.

Estudos científicos realizados com recursos a procedimentos de análise e controlo através de equipamentos de medição e de software específico (SPSS), permite que por exemplo na análise das consequências da tarefa da soldadura numa população de 400 trabalhadores, subdivididos em 200 trabalhadores que exercem soldadura e 200 trabalhadores que não exercem soldadura, com especificidades genéticas semelhantes nomeadamente idade, registos oncológicos, entre outros, conclui-se que os que exercem soldadura, apresentam degradação ao nível dérmico e ocular em relação aos que não exercem soldadura. Recomenda-se por isso a diminuição à exposição da tarefa de soldadura e com melhorias na componente formação e sensibilização para o uso correto da proteção ocular, que será possível diminuir as lesões oculares proporcionando qualidade de vida aos que exercem a atividade.

Não é demais referir que a formação e informação das normas de segurança, transversal a qualquer atividade setorial, com dados recolhidos ao longo das últimas décadas, proporciona aos

⁴⁹ <https://www.isq.pt/servico-detalle/ensaios-nao-destrutivos-convencionais/>, consultado em 24 de novembro de 2019

trabalhadores segurança e qualidade de trabalho para que o caminho futuro seja mais benéfico no seio pessoal e familiar de todos nós.

8.2 Perspetivas Futuras

A importância atual das 35 horas anuais para a formação nas empresas e que irá passar para 40 horas, será um contributo não só para a qualidade da competitividade económico-social e profissional que Portugal atualmente possui, mas também contribuirá para a consciencialização das empresas e dos trabalhadores irão ter na diminuição dos custos de acidentes de trabalho. Importante também de referir que o fator escolaridade obrigatória e cursos de formação profissional, contribuem para uma cimentação cultural na componente segurança e bem-estar.

É com uma mentalidade empresarial pró-ativa, aliada ao desenvolvimento e investimento tecnológico, que na área da metalurgia e metalomecânica, que a par do aperfeiçoamento dos equipamentos de soldadura e respetivos meios de proteção, como novas metodologias de engenharia para a construção específica, por exemplo o caso do pipeline de gás que provém da Rússia para a Europa⁵⁰, ou então a elevada procura por navios de cruzeiro, proporciona à construção de novos navios cada vez maiores e seguros⁵¹, faz com que o rigor especializado da soldadura se torne cada vez mais exigente.

No mundo atual, em que a informação digital não fica retida dentro de fronteiras e as comunicações estão acessíveis em todo lado, a globalização da informação é uma realidade e o chamado desconhecimento de fatores de segurança, por consequência irá diminuir.

A diminuição da sinistralidade no trabalho, não é só através dos fatores de equipamentos de proteção. Esta passa por mudanças ao nível do poder político nas decisões das legislações laborais que tornem as condições de trabalho mais “saúdáveis”, como por exemplo a criação de pausas alargadas para descanso dos trabalhadores, incentivos para as empresas concederem aos trabalhadores uma vida pessoal mais saudável, intercâmbio de informações entre as empresas e as entidades fiscalizadores que por vezes são vistas como repressivas, entre outras.

A existência de uma harmonia equilibrada centrada em três fatores que é o trabalhador, a empresa e o EPI, é imprescindível para o combate aos acidentes de trabalho.

⁵⁰ https://expresso.pt/economia/economia_energia/mega-gasoduto-inaugurado-russia-da-gas-a-europa=f686178, consultado em 24 de novembro de 2019

⁵¹ <https://jornaleconomico.sapo.pt/noticias/interesse-crescente-da-china-em-cruzeiros-ameaca-meio-ambiente-467004>, consultado em 24 de novembro de 2019

9 BIBLIOGRAFIA

- Chadyšiene, R., & Girgždys, A. (2009). Assessment of ultraviolet (UV) radiation from technical sources. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 17(3), 164-170. doi:10.3846/1648-6897.2009.17.164-170
- ANEMM. *Associação Nacional das Empresas Metalúrgicas e Eletromecânicas, Diagnóstico Prospetivo da Indústria Metalúrgica e Metalomecânica Portuguesa*, 2000, Multitema, Soluções de Impressão
- Diagnóstico Prospetivo da Indústria Metalúrgica e Metalomecânica Portuguesa, Autor: Augusto Mateus & Associados – Sociedade de Consultores, Lda; ISBN: 972-98674-0-2
- Ferreira Filho, Demostenes & Sérgio, Paulo & Bálsamo, Sairre & Valtair, Antonio & Ferraresi, Valtair. (2019). Influência do Tipo de Gás de Proteção da Soldagem Mig/Mag na Qualidade do Cordão de Aço Inoxidável
- Health Physics: The Radation Safety Journal, July 2010; Wolters Kluwer Helth, Inc., – Volume 99 – Edição 1 – p66-87, Declaração ICNIRP
- Norma Portuguesa NP EN ISO 5817 2005 – Juntas soldadas por fusão de aço, níquel, titânio e suas ligas (ISO 5817:2003)
- Miguel, A. S. S. R., Vasconcelos, J. F., *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*, 2014, Porto Editora
- Neto, H. V., *Avaliação de Desempenho de Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho*, 2012, Civeri Publishing
- Neto, H.V., *Construção Social do Risco e da Segurança do Trabalho em Contexto Organizacional*, 2013, Civeri publishing
- Revista Portugalglobal, nº 114, novembro 2018;
- Revista Tecnometal NR.240, janeiro/fevereiro 2019
- Rocha C., Sousa J. M., Santos P., Luís S., *Metalurgia e Metalomecânica em Portugal*, 2000, Instituto para a Inovação na Formação
- Woodward, Howard, et al. "Welding Resources for When You're on the Go." *Welding journal* 92.5 (2013): 36-40.
- WOODWARD, Howard et al. Welding Resources for When You're on the Go. **Welding journal**, v. 92, n. 5, p. 36-40, 2013.
- Woodward, H., Johnsen, M. R., Guzman, C., & Campbell, K. (2013). Welding Resources for When You're on the Go. *Welding journal*, 92(5), 36-40.
- Y. S Tarng, H. L Tsai, S.S Yeh (1999) *Modeling, optimization and classification of weld quality in tungsten inert gas welding*, disponível em 13 de novembro de 2019
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0890695599000139>
- Zamanian, Z., Mortazavi, S. M. J., Asmand, E., & Nikeghbal, K. (2015). Assessment of health consequences of steel industry welders' occupational exposure to ultraviolet radiation. *International Journal of Preventive Medicine*, 2015-December doi:10.4103/2008-7802.172379
